OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	医療におけるコンピューター導入の問題点
Author(s)	阿部, 裕; 古川, 俊之
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1974, 12, p. 1-10
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/65219
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

医療におけるコンピューター導入の問題点

阿　部　　裕*
古　川　俊　之**

医学の分野でのコンピュータ利用の素地を作ったのは，純医学的な要素と，経済的社会要素の２つと考えられる。まず医学的要素を眺めると，1900年代前半に発達した臨床生理，臨床生化学の技術が，多数の客観的データを容易に入手可能なものとしたことが原因となって，客観的な推理の理論としていくつかの数学的アプローチが初まったことである。ここではじめて統計以上の複雑性をもった計算が医師に要求されることになり，コンピュータへの期待が生まれて来た。現在の状況は後にも述べるが，情報科学の多くの理論をとり入れて新しい診断の体系へと発展しようとするに至っている。第２の経済的，社会的要素としては，医療需要の爆発的増加と医療費急増，人的リソースの不足などがあり，適正かつ効率的な医療供給には，計画の科学の力を借りることが不可欠となって来たことである。

とは言え医学におけるコンピュータの応用は，なお揺籃期を過ぎんとしている流動的な時期にあり，他の領域に比べて較差は大きい。その背景には医学の本質である人間性との調和をいかに見出すかという重大問題をはじめ，幾つかの理由が存在するが，それにもかかわらず今後の成長速度は極めて早いものと予測されている。以下では既にその評価が確定したと考えられる応用面をとり上げて，プロフィルを描いてみたい。

１．計算機診断

診断とは未知の個体から情報をとり出し，標本照合を主とする情報処理の操作によって最適の行動を選択する過程である。また広義の診療では，えらんだ行動を実行にうつし，その結果をはじめの過程に戻って評価，修正するという閉じた回路である。検査技術の進歩によって客観的情報が増えることは，反面，照合過程の精度の維持を困難ならしめ，かえって誤診の危険を増すことが判っており，コンピュータの検索能力への期待は全く正しいものである。

初期のコンピュータ診断は，明らかに病名の決定を目標としていた。ところが病名は長い歴史をもつために，症候，病理変化，病態生理学などの異なる概念の基準が不統一に混在し，さらに医療の究極の目的である最適の行動の選択との間にギャップがある。そのためこの時期の診断はひとつの知的興味の域から完全に脱け出すに至らなかった。この時代にひきつづき，疾病を単一の特徴，たとえば結核菌といった要素で認識する古典的思想から，ベクトルとしての認

＊ 大阪大学医学部附属病院長，第一内科教授
＊＊ 大阪大学医学部第一内科講師，情報科学研究室

認識への展開がみられた。このことはやがて個体差を認識する個体行列の考え方へとつながって行った。またこれらの変量の時系列性や自動制御性に注目した理論も導入されはじめている。

最も進んだシステムでは，診断によって直接最適治療を決定実行しようとする試みにまで到達している。オフラインでコンピュータを使って治療のデザインを決めることは，すでに幾つかの実例があり，たとえば血糖制御モデルの特性値を実測値から計算し，昏睡に陥った糖尿病患者のインスリンと輸液量を逐次決定する理論も完成している。オンライン方式の例ではＩＣＵで患者のデータを連続測定し，それらを記憶する一方あらかじめ格納してある論理にもとづいて輸液剤，強心剤，昇圧剤，呼吸中枢刺激剤などの注入を行なうという実験がある。もちろんこれらの実験では，治療をコンピュータに委せる医師不在の治療を目指しているのではない。実験の目標は，最高の専門医の医学的な能力を，どこまでコンピュータという客体に移しうることが出来るか，を探究することであり，それによって専門医の行動を数式や論理としてどこまで客観化できるかを評価する試みと考えられるものである（図１，２，３）。

もちろん現在の計算機診断は，対象領域からみると，まだ未発達といわざるをえない。まず法療方針をいかにえらぶかの決定の問題は，価値体系が充分確立していないために，実用にはまだ問題がある。また真に有効な治療手段が少なすぎることも，計算機診断の実用化を防げている要素の一つである。

自動問診はさまざまの研究からデータ収集の能力は一応認められているが，熟達した医師が患者との対話によって問題点を明らかにしながら鑑別を進めてゆく手順を再現するまでには至っていない。つまり患者に対してどのような質問が有効かという計画の問題は未解決のままである。

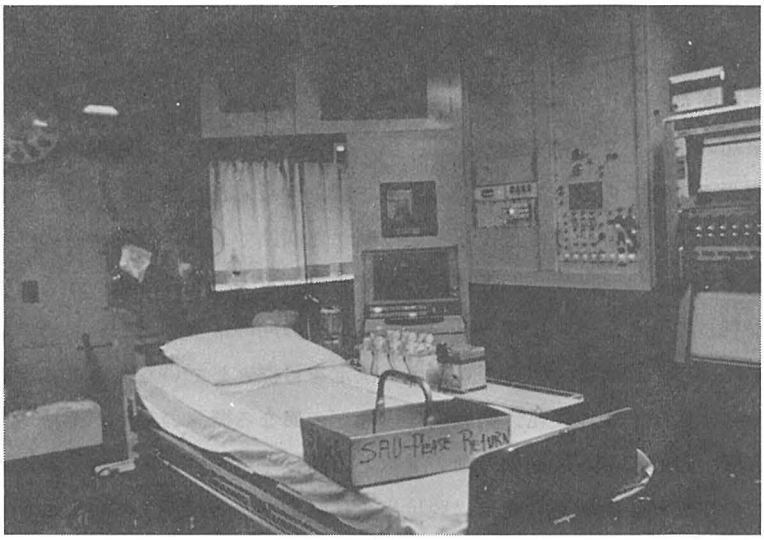

図１　南カリフォルニア大学で開発されたコンピュータによる重症ショック患者治療室（正面各種のCRTディスプレイ，下方にコンピュータの端末，右は操作コンソールと多チャンネルレコーダ）

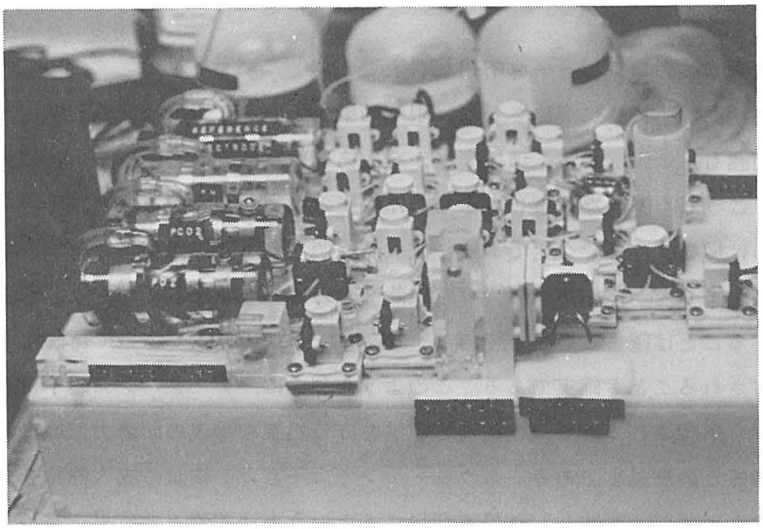

図２　血液ガス，pH測定制御装置

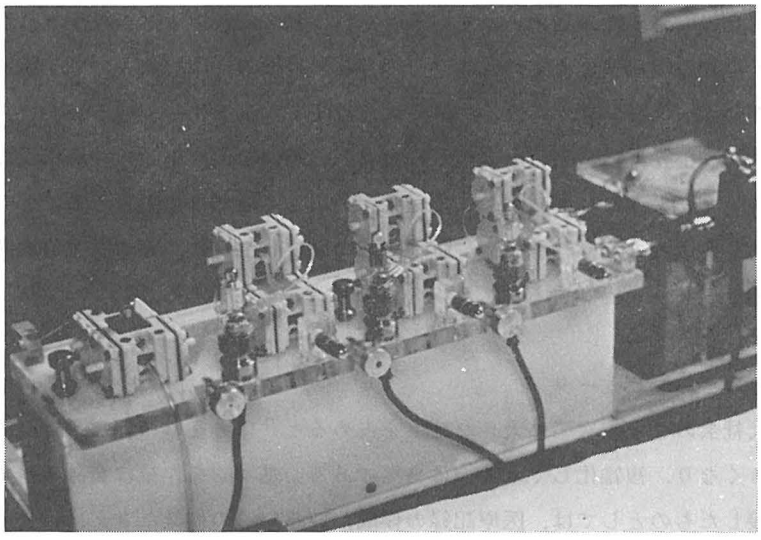

図３　輸液制御弁

実用化にもっとも近いシステムとしては，心電図自動診断がある。これははじめに述べたような最適の行動決定を目的とするものではなく，慣習的な波型の名称を分類しようとする比較的簡単なプロセスで，波型の自動計測と鑑別の２つの機能をもっている。実用に耐えるシステムとしても数は極めて多く，それぞれ充分な評価の上に普及期を迎えようとしている。アメリカの例で言うと，心電図診断の能力を有する医師は全国で5,000人にすぎず，需要のすべてを専門医が処理すると仮定すると，１日400件を解読せねばならない計算になる。こうした専門医不足に対し，計算機診断は極めて有効な解決策と考えられ，これから将来データ通信時代を迎えるとともに益々普遍化するものと期待される。わが国においても多くの研究活動が実用段

階に進みつつある。

2．社会医学へのコンピュータ応用

防疫，予防活動は組織的に実施されない限り効果は上がらない。社会の高度化とともに防疫予防活動の範囲も，伝染病対策，環境衛生から次第に中高令者の定期検診へと拡大の一途をたどっている。こうした厖大な作業にはもちろん住民の協力が必要であるが，そのためにも行政側での手落ちは徹底的に防ぐべきである。住民個人個人が予防接種を受けたか，幼児健診，学童健診などをすませたか，結核検診，ガン検診などの通知を発送したか，などを正確な記録によって照合することは望ましいことであり，コンピュータの導入によって正確化とサービスの迅速がもたらされることも確実である。このような利点は，データバンク論争が盛んなイギリスにおいてすら承認されており，種痘など子供を守る処置が母親の記憶力だけに頼っているのは無責任であるとの意見まである。スウェーデンでは子宮ガン検診や成人健診を，行政用の住民ファイルにもとずいて通知し，結果を登録するという方法で着々と成果を挙げている。

直ちに治療法がない成人病，たとえば脳血管障害，心筋障害，ガンなどについても，現在，正確な組織的登録の必要性が強調されている。それは社会が負担すべき医療を計画的に準備するためには不可欠のデータと考えられるからである。目標の応用対象として，臓器移植のための組織適合性のデータバンクがあり，アメリカではすでに実用化している。

人工透析施設，小児外科，高圧酸素治療施設などの特殊な治療施設の利用状況などの情報を収集したコンピュータがあれば，すべての医師が利用して適切な措置をとることも可能となる。

同様に緊急を要するのは，救急医療や僻地医療の需要発生時に，適切な医療機関を探して迅速やかに医療サービスを提供するシステムのコンピュータ化であろう。

3．病院管理とコンピュータ

医療が近代社会のなかで次第に大きな地位を占めると共に，それに伴なう資材，経費の流れも規模が大きくなり，複雑化して来るのは当然である。基本的な作業は会計業務であるが，より医療に密接したものとしては，医療記録の作成，いろいろの作業たとえば検査依頼や処方箋看護スケジュールなどの書類作成がある。これらは医療の規模が拡大するに伴ない，作業量として無視できない大きさに達している。

これらの業務の大部分は，ホテルや飛行機の座席予約システムを複雑化したもので，医療のみが特別な性質の事務作業を要する訳ではない。従って，一般業務用のコンピュータに多少の変更を加えれば一応役に立つものが出来ることになるので，医療へのコンピュータの応用というと，現在の時点では大部分がこの種の用途を指すと言ってよい有様である。アメリカでの調査によると，入院患者の場合関連した事務作業に，直接収入の30%もが費されると言われ，機械化によって労働力をもっと有効な部門に振り向ける必要があると指摘されている。ここではいわゆる total hospital information system でカバーされる項目を列挙して参考に供したい（表１）。

表　1

A. 病院管理および経理への応用
1. 財産および減価償却
2. 支出／各種の購入支出
3. 収入＼給与支出
医療費請求
4. 予算管理
5. 患者統計、疾病統計
6. 人事管理
勤務統計、出勤者名簿
B. 診療運営にかんする応用
1. 給　食
献立計画、カロリー計算、経費計算
2. 器材管理
3. 在庫管理
一般在庫管理、血液バンク、薬品在庫管理
4. スケジューリング
病床管理（入退院）、診療予約
5. Laboratory Information System
6. 看護にかんする情報システム
看護報告、看護スケジール
C. 医学および研究応用
1. コンピュータ診断
2. 病歴管理
3. 研究応用
4. 医学教育
5. 文献検索
6. 中毒などの専門情報検索

4．文献検索，専門知識データバンク

医学文献，医学会の数は指数関数的に増加している。医学雑誌について見ると，過去１世紀の間20年強で２倍に増加する傾向が持続しており，最近の実勢は890誌をこえるといわれる。従ってこの趨勢が続くと21世紀に入ると医学雑誌は有に2,000誌をこえ，文献検索はほとんど不可能になると予想される。

こうした隘路の対策として，ライブラリィ・インフォーメーション・システムが考えられる。すでにMEDLARS（Medical Literature Analysis and Retieval System）が実用化例として普及をはじめていることは周知の通りであるが，もっと専門化した知識のコンピュータ・ライブラリィも考えられる。例えば薬品情報，毒物情報，中毒の救急処置，小児の火傷の救急処置，体液管理などのデータ・バンクが作られることになれば，医師の水準平均化は確かに促進されよう。

これによく似た性格をもつのは，コンピュータの医学教育への応用である。医学教育の主要な部分は技術と情報の伝達であり，その量が厖大であるために永い習練期間を要している。そこで技術と情報伝達の効率を上げるために，視聴覚装置などの利用が真剣に考えられている訳でもあるが，これにコンピュータを導入すれば，故意に失敗を経験させる学習プログラムを作ることが出来る。元来，医学教育にあっては患者を対象とする学習が重視されることは当然であるが，そのために失敗を経験しないで失敗を防ぐような教育が行なわれる。しかし失敗の経

験が失敗の防止の最善の教師であり，医学教育にも可能であれば失敗させる教育が望まれる。Illinois 大学医学部ではコンピュータの医学教育への応用をめざし，CASE（Computer-Aided Simulation of the Clinical Encounter）というプログラムを開発し，CRT（ブラウン管）とキーボードを組合わせた端末を用いて学生の教育に利用している。すでに15名分の症例が格納され，学生との間にふつうの英語を使って病歴，検査成績，治療などの対話を進めるようになっている。コンピュータの回答は学生の反応によって選択され，誤診の場合も起るように工夫されている（図４，５）。

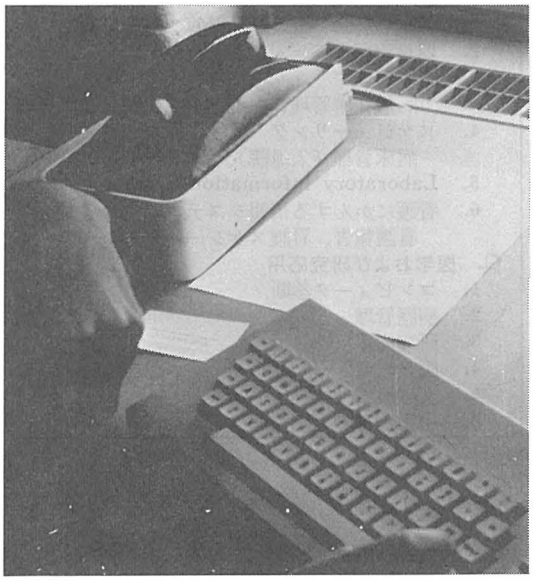

図４　イリノイ大学の CASE の端末（左方の音響カプラーでコンピュータと結ばれる）

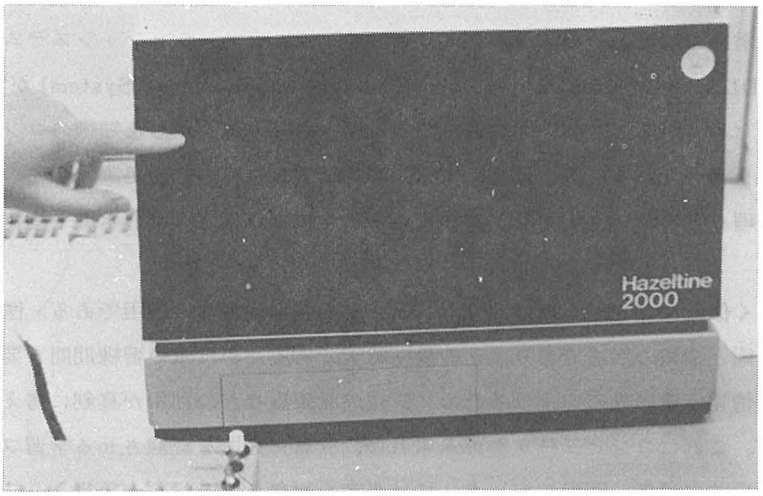

図５　イリノイ大学の CASE の CRT 端末
（図４のキイボードと組合せて使用する）

表2　コンピュータＴＳＳ利用による科学計算用ソフトウェア（ＮＩＨ）

```
100   STATISTICAL PROGRAMS
101
021   STAT01***    COMPUTES STATISTICS FOR SINGLE GROUP
103   STAT1****    COMPUTES STATISTICS FOR 2 GROUPS OF PAIRED DATA
104   STAT02***    COMPUTES STATISTICS FOR 2 GROUPS WITH EQUAL VARIANCE
105   STAT03***    COMPUTES STATISTICS FOR 2 GROUPS WITH UNE QUAL VARIANCE
106   STAT04***    COMPUTES CHI SQUARES FOR 2 BY 2 TABLES
107   STAT05***    COMPUTES CHI SQUARES FOR M BY N TABLES
108   STAT06***    SIGN TEST AND CONFIDENCE INTERVAL
109   STAT07***    WILCOXON SIGNED RANK SUM TEST
110   STAT08***    MEDIAN TEST FOR 2 GROUPS
111   STAT09***    MANN-WHITNEY RANK SUM TEST
112   STAT9****    LINEAR REGRESSION FOR GROUPED OBSERVATIONS
113   STAT10***    ONE VARIABLE LINEAR REGRESSION
114   STAT11***    SPEARMAN RANK CORRELATION COEFFICIENT
115   STAT12***    PRODUCT MOMENT CORRELATION MATRIX
116   STAT13***    ANALYSIS OF VARIANCE, ONE WAY COMPLETELY RANDOMIZED
117   STAT14***    ANALYSIS OF VARIANCE, RANDOMIZED COMPLETE BLOCK
118   STAT15***    ANALYSIS OF VARIANCE, LATIN SQUARES
119   STAT16***    ANALYSIS OF VARIANCE, GRAECO-LATIN SQUARES
120   STAT17***    ANALYSIS OF VARIANCE, BALANCED INCOMPLETE BLOCK
121   STAT13***    ANALYSIS OF VARIANCE, YOUDEN SQUARE
122   STAT20***    STEP-WISE MULTIPLE LINEAR REGRESSION
123   STAT21***    MULTIPLE LINEAR REGRESSION WITH DETAILED OUTPUT
124   STAT22***    ANALYSIS OF VARIANCE, GENERALIZED
125   STAT23***    PROBABILITY FOR DISCRETE VARIABLES
126   ANOVA1***    ANALYSIS OF VARIANCE
127   CORREL***    COMPUTES A CORRELATION COEFFICIENT
128   GEOMEN***    GEOMETRIC NORMALITY ANALYSIS
129   LINFIT***    LINEAR CURVE FIT
130   LSCF--***    SUBROUTINE FOR LEAST SQUARES POLYNOMIAL CURVE FIT
131   LSFITW***    PROGRAM FOR LEAST S QUARES CURVE FIT WITH WEIGHTS
132   NORDEV***    SUBROUTINE FOR RANDOM NORMAL DEVIATES: MEAM 0, VAR 1
133   STATNW***    COMPUTES 31 STATISTICAL MEASURES FOR NONWEIGHTED DATA
134   STATWE***    COMPUTES 36 STATISTICAL MEASURES FOR WEIGHTED DATA
135
136
200   GENERAL MATHEMATICAL PROGRAMS
201
02    ZEROES***    ZEROES, MAXS, MINS FOR FUNCTIONS
203   CONLIM***    CONFIDENCE LIMITS FOR SAMPLE MEAN
204   CONDIF***    CONFIDENCE LIMITS ON DIFFERENCE BETWEEN MEANS
205   BICONF***    CONFIDENCE LIMITS ON PROPORTION USING BINOMIAL
206   LINPRO***    LINEAR PROGRAMMING USING 2 PHASE METHOD
207   LPINST***    INSTRUCTIONS FOR LINPRO***
208   LPINS2***    DETAILED INSTRUCTIONS FOR LINPRO***
209   SCALEX***    SUBROUTINE TO PRINT 9 SIGNIFICANT DIGITS
210   GAUSS-***    GAUSSIAN INTEGRATION PROGRAM
211   RUNGE2***    RUNGE-KUTTA FOR 2 SIMULTANEOUS 1ST ORDER DIF. EQUATIONS
212   NEWRAP***    NEWTON-RAPSON ITERATION FOR F(X)=0
213   SIMEX-***    SIMULTANEOUS EQUATIONS SOLVER
214   CDETER***    DETERMINANT EVALUATOR, REAL OR COMPLF
215   SCHEME***    SUBROUTINE FOR PLOT
216   XYPLOT***    FUNCTION PLOT PROGRAM
217   PLOTXY***    DATA AND FUNCTION PLOT ROUTINE
218   ROOTBW***    COMPUTES THE ROOTS OF A POLYNOMIAL (BAIRSTOW's METHOD)
219   FOURIE***    FOURIER ANALYSIS
220   EIGVAL***    COMPUTES EIGENVALUES OF A REAL SYMMETRICAL MATRIX
221   EIGVEC***    COMPUTES EIGENVECTORS OF A REAL SYMMETRICAL MATRIX
222   FOUTRN***    FOURIER ANALYSIS
223   ACPLOT***    SUBROUTINE FOR PLOT WITH ACCURACY INDICATORS
224   BESSEL***    SUBROUTINE FOR COMPUTING BESSEL FUNCTION
225   SMPSON***    NUMERICAL INTEGRATION USING SIMPSON'S RULE
298
299
300   MISCELLANEOUS PROGRAMS
301
302   TIME--***    ACCOUNTING PACKAGE
303   SPRINT***    PRINT SUBROUTINE TO LINE UP DECIMAL POINTS
304   COL8SP***    PRINT SUBROUTINE TO PRINT 8 COLS/LINE
305   BEMDES***    STEEL BEAM DESIGN
306   CHORUS***    12 DAYS OF CHRISTMAS
398
399
999   END
```

科学計算の分野はコンピュータの最も得意とするところである。医学とくに医学研究は，生体という安定性のよくない対象を扱うために各種の統計処理が不可欠であったが，最近に至り，さまざまの計測値が収集できるようになると，データの相関性や内部従属性，さらに時系列性などに注目したさまざまの解析が加えられるようになった。その例は計算機診断の項でも触れたが，ここでは医学研究に利用される数学プログラムの例として，NIH(National Institute of Health, U. S. A.)のソフトウェアを掲げた(表２)。なおこのシステムはデータ通信を介して民間の計算センターにつながっているが，同じような方向を目指す日本電々公社のシステムである。

６．医学へのコンピュータ利用のデメリットと評価

医学へのコンピュータ応用はまさに揺籃期を過ぎたばかりである。しかしコンピュータそのもののもつ巨大な可能性のために，早くもそれに伴うデメリットに対する警告が発せられている。反論の要点を一口で言うと，管理社会の危険性，プライバシーの危機，人間不在の医療などである。

管理社会，プライバシー破壊の危険は医療に限らず，コンピュータ化社会共通の問題である。しかし現在の国際社会の中では，スウェーデンのように行政データをコンピュータによる管理に委せ，国民識別番号であらゆる業務が処理される段階に至った国家もある。ストックホルム圏では同じコンピュータが医療のための個人病歴の管理も行なっており，計画完成時には500箇所の端末から病歴をひき出すことが出来る。もちろんプライバシーの保護には充分な配慮がなされ，パスワードが数段階設けられているほか，鍵を端末を設置した部屋や装置そのものに設けてある。しかし一方では国民認識番号そのものが生年月日という一つのプライバシーを公開してしまっているという反論も，とくにイギリスなどで起っている（図６，７，８）。

もしわが国のような社会状態で医療データバンクを導入し，個人の病歴をコンピュータで管

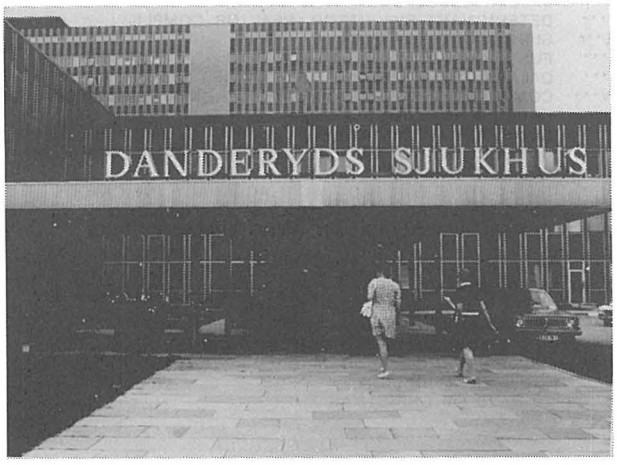

図６　ストックホルムのダンデリド病院

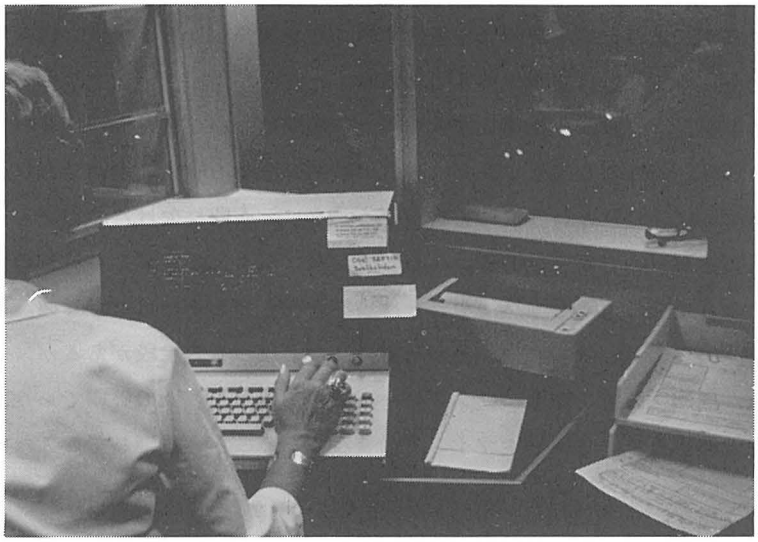

図７　フディンゲ病院の外科病棟詰所（CRT 端末を使って医療データ・バンクを利用しているところ。右方にサーモプリンタが見える。コンピュータはダンデリド病院にある）

図８　スウェーデンの国民認識コード（診療券の１行目，10桁のID コード番号がみられる）

理するようになると仮定すると，少なくとも下記のような権利保護の立法化が必要となろう。コンピュータの特徴は「忘れない」ことであり，子供の時代に腎炎にかかったとか，大学生の時に結核検診で要注意であったとか，細々した事実を証言することができる。もし企業の採用試験に病歴の提出が求められたら，少しでも健康に問題のあった人は大企業への就職の道を閉されてしまうおそれがある。これを防ぐには採用時の病歴の提出を禁止する他，診断書の提出

も禁止せねば医師が職業上データバンクを検索できる以上不安が残る。スウェーデンのように官公庁や大企業が一定の比率で身障者を雇傭することを義務づけるまでは，軽々しく病歴のデータバンク化を拡めることは抑制すべきであろう。

もう一つの不安，コンピュータ導入が人間不在の医療につながらないか，という問題はおそらく杞憂であろう。何故なら当面コンピュータの役割は医師の能力の補助であり，丁度胸部疾患の診断にレントゲン装置という機械を利用するように，人間に欠けた能力をもって医療の精度を向上することが目的だからである。しかしコンピュータに限らずとも機械の介入が増すと，機械のミスによる誤診の危険も当然増すことは当然予想しておかねばならない。その対策としては，フェィルセイフ方式，スーパーバイザー方式，など幾つもの手段があるが，それらにまして必要なのは，機械，装置を完全にコントロールできる優れた人間の養成であり，且つ，技術革新の本質を理解するコンピュータマインドの普及であることを強調しておきたい。