



医療データベース*

佐々木 陽** 上野 晴樹***

はじめに

近年、医療の分野においても種々の情報処理の技術が導入され、医療情報処理も急速にシステム化が進められている。医療における情報処理はファイル処理が中心となるが、医療情報そのものの“特殊性”に由来する問題が多くあり、これが医療情報処理のシステム化を妨げる大きな要因の一つとなっている。データベース管理システムはこのような医療情報の特殊性に対応しうる有力な手段として注目され、既に幾つかの病院でその利用が試みられている^{1)~3)}。また、海外では小型コンピュータを対象としたユーザ向けの医用専用データベースが開発され、その実用化が進められているが、すでにわが国において、代表的な医用専用データベースである MUMPS が実際に病院業務に応用されるに至っている^{4)~6), 29)}。

医療情報処理研究会では、医療分野においてもデータベースに対する関心が高まってきたこと、また医療業務におけるデータベースの需要は今後非常に大きいと考えられることなどの理由により、この問題を研究テーマとして取り上げ、約2年間にわたって検討を行ってきた。本稿はその結果を筆者らが取りまとめたものである。研究連絡会には毎回多くの方が参加され、またとくに何人かの方には特定のテーマについて調査を依頼した。文末にこれらの方々の名簿を掲げておく。

1. データベースの対象としての医療データとその処理形態

1.1 医療データの特徴

医療データの特長性についてはすでに多くの記載があるが^{7)~11)}、これをまとめるとおよそ次のようにな

る。

(1) データの型式

医療データを大別すると、臨床検査のように数値で表わされるもの、心電図のようにアナログ曲線の形をとるもの、X線写真のように画像のもの、病状や経過のように文章で記述されるもの、病名や医薬品のように用語そのものがデータとなるものなどがある。画像情報は通常所見として文章の形で報告され、医療情報に占める記述データの比重は非常に大きい、これらのデータをコンピュータ処理するためには当然何らかの形でコード化する必要があるが、そのコード化が医療情報処理における一つの隘路となっている。コード体系が適切でなければシステムそのものの有用性が損われることになるからである。また病状などカルテの内容を標準化しようとする試みもあるが¹²⁾、なお実験段階に留まっている。

(2) データの種類

医療ではデータの種類の多いことも特徴の一つである。例えば医薬品は 13,000 品目以上が健康保険に採用されており、病名は 3,579 項目が国際疾病分類に掲載されている。臨床検査、日常繁用されるものだけでも 300~400 項目に達する。また自覚症状に対して質問項目を設定することが試みられているが、千数百項目が必要であるという¹³⁾。

(3) データの量

医療データはよく多種少量であるといわれるが、それは必ずしも当てはまらない。個人についてみると前述のように多種類のデータが発生するばかりでなく、データの取得年月日、取得方法など付加的情報を追加する必要があり、必然的に長大レコードを形成する。

一方、データ件数については、患者のデータを半永久的に保存するとすればデータ量は年々増加し、数十万のオーダーにも達する。

(4) 用語と概念の対応

医療における用語は特殊であるが、前述のように用

* Database management system and its medical uses by Akira SASAKI (the Center for Adult Diseases, Osaka) and Haruki UENO (Department of Systems Engineering, College of Science and Engineering, Tokyo Denki University)

** 大阪府立成人病センター

*** 東京電機大学理工学部経営工学科

語そのものがデータとして取扱われる。ところがその用語と概念の対応が必ずしも明確でなく、また同義語が多い。さらに英、独、羅などの外国語が頻用されるため、専門家でなければ処理できない部分が少なくない。

1.2 医療データの構造と発生様式

医療データの主流をなすのは患者の個人病歴であり、これは個人のIDを起点とした一連のデータの集合である。そのデータ構造と発生様式をみると図-1に示すような3次元のマトリックスとして表現される^{9),10)}。すなわち、縦軸方向に前述のような多種類のデータ項目があり、これが時間軸に沿って順次発生する。ところが全項目が同時に発生するのではなく、そのうちの極く一部が発生するに過ぎない。これは1回の受診で行いうる検査には限度があり、また同じ検査を必ずしも毎回繰返して行う必要がないからである。疾患によってデータの発生パターンに特徴はあるが、どの項目にもデータ発生の可能性は一様にある。結局このような形のデータのマトリックスが患者ごとに存在し、第3軸の方向に蓄積されてゆく。

1.3 医療データの処理形態とデータベースの種類

病院におけるデータベースはすべてのデータを包含した巨大なデータベースをもつよりは、目的に合わせた幾種類かのデータベースを設定する方がより現実的である。例えば医事業務と診療業務に大別し、それぞれのデータベースをもつという考え方もその一つである。現在の病院におけるコンピュータ利用は大半が医事業務であるから¹⁴⁾、これは実際的なアプローチといえるかもしれない。

しかしコンピュータ利用が高度化するにつれて、こ

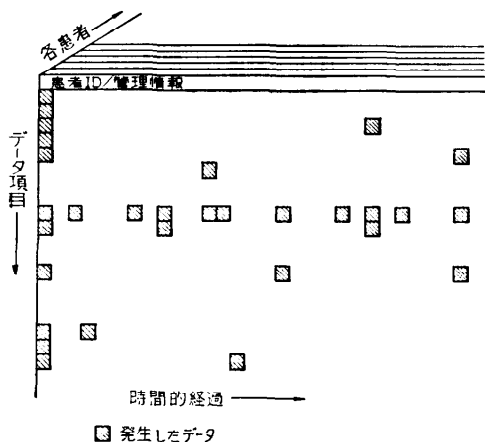


図-1 医療データの発生状況を示す模式図

れらのデータを統合して一元的に管理し、診療データも随時検索しうることが要求されよう。そうなればデータの処理形態から、病院の日常業務のための病院データベースと臨床研究のための病歴データベースに分けるのが合理と考えられる⁹⁾。前者は現在受療中の患者に関する医療行為の記録や診療データを管理し、医事・診療両面から共同利用するものである。処理形態は定形的で、リアルタイム処理が必要である。一方病歴データベースは過去における診療記録の集積であり、臨床研究に供されるが、データ数は非常に多く、処理形態は一括処理で研究目的に応じて種々の処理が行われる。この分類は現在のカルテ管理方式に類似するところが多い。

2. 医療データベースに要求される条件

次に医療データベースにはどのような条件が要求されるであろうか。以下若干考察を試みたい。

(1) Cost/benefit の重視

医療機関は本来営利を目的とするものでなく、その経営基盤は弱体である。またコンピュータの導入により情報処理の合理化、効率化をはかっても、収益の向上には直接結びつかない。したがって cost/benefit に対する要求は非常に大きい。

(2) エンド・ユーザ向き言語への指向

医療データベースのユーザは、医師、看護婦、臨床検査技師などの医療従事者で、情報処理の専門家は介在しないのが普通である。したがって、システムはとくに user-oriented である必要があり、例えばユーザが容易に習得し利用しうるようなエンド・ユーザ向きの言語の必要性が極めて高い。

(3) 多様な機能の要求

医療データベースでは cost/benefit が重視される反面、医療環境の特殊性から多様な機能が要求される。

a. オンライン機能：病院の日常業務にはオンライン機能が不可欠である。ただし応答速度に対する要求は必ずしも強くない。

b. 対話型処理機能：利用者とシステムのインタフェースとして、また複雑なデータ構造に対応するためにも有用である。

c. 文字データ処理機能：記述的なデータの多い医療情報処理においては、とくに強力な文字データ処理機能が望まれる。

d. コミュニケーション機能：病院では部門間のデータの転送が大きな仕事であり、データ・コミュニケ

ーション機能の意義は非常に大きい。

e. 統計処理機能：臨床研究用に繁用されるが、平均値・標準偏差の計算、度数分布の作成、差の検定など比較的簡単な統計処理に対する要求が多い⁸⁾。

f. データ保全機能と機密保護機能：日常診療に用いられるので、従来のカルテと同じくこれらの点に対する配慮はとくに重要である(後述)。

(4) システムの不安定性に対する対応

医療情報システムは実用化されてから日も浅く、また user-oriented な面が強いため、システムに対する仕様変更の要求が多い。また医学の進歩に伴い新しい検査項目や医薬品の追加・削除なども頻発する。このようなシステムの不安定性に対して柔軟に対応しうることが必要である。

3. データベースの医療への応用

データベースはファイル管理システムの発展したものであり、データの独立と統合化ファイルを主な特性として持っている。医療における情報処理は、ファイル処理が必要であるから、データベースに対する要求は基本的に存在するものと考えてよい。ただし、医療で取扱われるデータの特性、コストを含めたデータ処理の環境およびデータの利用者が他の分野とはかなり異なるために、医療向きのデータベースが必要とされているのは前述のとおりである。

さて、医療データベースのタイプを分類すると次の4種類となる。

- i) 汎用データベースをそのまま医療へ応用したものの。
- ii) 汎用データベースに医療向きのモジュールを付加したものの。
- iii) 専用の医用データベースとして開発されたものの。
- iv) 従来のプログラミング言語によって統合化ファイルを実現したものの。

このうち iv) はデータ独立の機能がないので、本当はデータベースとは呼べないが、処理効率に重点を置くのであればこの方がむしろよい場合もある。ところで、汎用データベースとは、汎用性を考慮したいいわゆる商用データベースを指す。以下実例をあげながら、汎用データベースの医学応用および医用専用データベースとして開発されたものの概要を述べる。

3.1 汎用データベースの医療への応用

汎用データベースの基本データ・モデルは、階層モ

デル、網モデルおよび関係モデルなどであるが、実用化されているのは前2者である。したがって、医療の場で現実に稼動している例も階層モデルと網モデルである。データベースを中心とした情報システムを設計しようとする場合、まず適当と考えられるデータ・モデルの選択から始めることが考えられるが、実際にはコンピュータ・システムを選定し、データベースの設計はそのメーカーに依頼する例が多い。しかし、最近ではソフトウェア・ハウスによって開発されたいろいろのタイプの汎用データベースが市場に出ているので、ユーザの選択の自由度は比較的高くなっている。

汎用データベース応用の第1の形態は、これをそのまま医療に應用しているものである。階層モデルのデータベースを使用している例としては、スウェーデンのウプサラ大学の病院情報システム (IMS)、米国ネブラスカ大学メディカル・センター (SYSTEM-2000)¹⁸⁾ や関連通信病院 (ADM)¹⁹⁾ などがある。ネブラスカ大学の場合には、SYSTEM-2000 がもっているエンド・ユーザ用の Immediate Access Feature および Report Writer Feature などを評価しているようである。

CODASYL DBTG 提案の網モデルのデータベースを使用している例としては、英国 United Cambridge Hospital を中心とした4病院協同利用システム (ED-MS)¹⁷⁾、南ア連邦の Red Cross War Memorial Hospital (DMS-1100)¹⁹⁾ や日赤医療センター (IDS-1)²⁰⁾ などがある。英国の4病院協同利用システムは、医療の効率化と質的向上ならびに研究の便宜を目的とし、かなり大規模なシステムである。その特徴は各病院が同じコンピュータ・システム (Σ6) を設置し、お互に通信回線で結んで multi-dimensional access を可能としていることである。そして、ドキュメント管理にもデータベースの利用を計画し、開発の初期の段階でトランザクションの定義、データの構造の定義などいわゆるメタデータのデータベースを EDMS を用いて作成している。最近では DB/DD の必要性は認められているが、約 10 年も前から医療ユーザの中でこのようなアプローチをとっていることは極めて注目し得る点である。南ア連邦の例では、大学の大型システムへ病院の端末をオンラインで連結し、リモート・バッチで経済的に患者データベースを運用している。中小病院におけるデータベースの利用形態として参考にならう。

小規模なものとしては、簡易網モデル TOTAL をミニコンにインプリメントして病院管理業務に應用し

ているトロント大学の例がある。

汎用データベースをそのまま医療へ応用する場合は、新しいソフトウェアの開発が最小限で済むという点でメリットが大きいですが、これが必ずしも医療側の要求を満足させるとは限らないということに留意する必要がある。

汎用データベースの第2の応用形態は、これに必要な医療用のモジュールを付加したものである。付加される部分は医療向きのエンド・ユーザ言語機能である場合が多い。データベースを使用する利点の1つは、応用プログラムの作成の際に複雑なデータ構造やファイル構造の細かな制約から解放される点であるが、エンド・ユーザ言語を使用すればデータベースの利用はさらに容易となる。

米国 Rockland State Hospital を中心とした6州100施設で精神病患者の臨床および研究のために共同利用されている MSIS (Multi-State Information System) は DL/1 にエンド・ユーザ言語 GALS (General Alphabetic Listor) と STARGEN (Statistical Report Generator) が付加されている。オーストリアのウィーン大学の WAMIS (Vienna General Information System)²⁰⁾ は患者に対する臨床活動の促進と医学研究のサポートを主な目的とし、CODASYL DBTG 提案の網モデルのデータベースを用いて患者データベースを作成している。これは図-2に示すような基本データ構造をもち、6つの医療用モジュール(臨床サポート・システム、臨床検査システム、医学診断システム、医用検索システム、医用統計システムおよびドキュメンテーション・システム)から構成されている。検索、統計はバッチ/対話モードの両方で使用できる。そのほか、IMS をベースとした西独ハノーバ医科大学のシステムなど幾つかの例がある。

以上は汎用データベースとして、医療ユーザからの使い易さに対する要求を満そうとしたアプローチであるが、この方式ではシステム全体が必要以上に大規模になり、またシステム・オーバーヘッドが増大することは避けられず、コスト/効果に問題がある。

3.2 医用専用データベース

医療情報システムは前述のように種々の要求をもっており、これらの要求をデータベースの側からみると、データの多様性への対応性、非数値データの処理機能、対話型処理などマン・マシン・インタフェースの重要性、エンド・ユーザ言語への指向、ミニコンなど低価格のコンピュータ・システムによる実現の要請

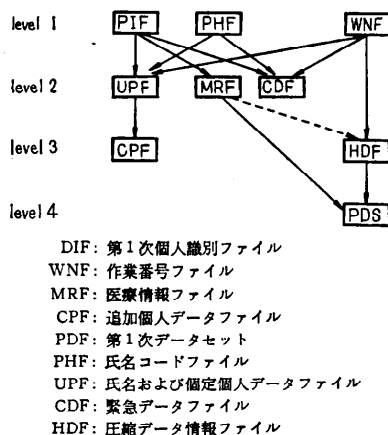


図-2 WAMIS データバンクの構造

などとなる。前出の例はいずれも統合化データベースのシステム例であるが、前述のように医療では経済的な制約条件のために、小規模で使い易く、かつ経済的なデータベースを実現させたいという要求が非常に強い。

このような医療側の要求を満足させるため、医療ユーザの中から医療への応用に目的を絞ったデータベースの開発が行われるようになった。これらの中には比較的汎用性が高く、医療以外にもユーザをもつものがあるが、大部分はデータの構造、ファイル構造および言語機能に医療の特殊な要求を組み入れて、システムの単純化と処理効率の向上をはかったものである。

医用データベースの代表的な例が、米国マサチューセッツ総合病院で開発され、メーカーによって5種以上のミニコンなどにインプリメントされて、200以上のユーザをもっている MUMPS (Massachusetts General Hospital Utility Multi-Programming System) である^{6,25)}。これは手続き型のインタプリタ言語にグローバル・アレイと呼ぶ独特な木構造のファイルを、専用のオペレーティング・システムと一体化させ、ミニコンによる TSS の簡易データベースを実現したものである。MUMPS はデータの独立性がなく、処理速度が非常に遅いことや、プログラミング言語としても欠点のあることが指摘されているが、定義不要型のデータベース言語であることや、便利な文字処理機能をもっていることなどから、医療ユーザの間に根強い人気を得ている。米国、日本、ヨーロッパに MUG (MUMPS Users Group) が結成されており、米国 MUMPS 開発委員会提案による標準 MUMPS が ANS として認可されようとしている。

ミニコン用のデータベースとしては、そのほかに米国デューク大学で開発された GEMISH²⁶⁾ がある。採用しているデータ構造は基本的には木構造であるが、ポインタを使った動的な構造でなく、1つの応用システムに対して定義された木構造を展開して1次元の配列として記憶するものである。普通1回の来院に対して1つの木すなわち配列が割り当てられる。記憶空間を節約するために、各ノードは3ビットで表現され、8とおりの意味を各ノードごとに定義しておくことができる。一般の数値データや文字列データはすべて可変長の文字列として別のエリアに保存される。また、論理的に上位のノードは下位のノードに対して上位概念をもち、検索の効率をあげるように工夫されている。検索キーは患者番号と社会保険番号のみである。GEMISH には各種のユーザ向きのモジュールが準備されているが、開発の重点はむしろこちらにおかれているようである。ディスプレイによる対話型入力モジュール FRAMES、ブール式などによる修正処理用の MESSAGE、編集出力モジュール PRINT、条件検索モジュール ISAR、分類モジュール SORT および統計計算モジュール STATS などがそれである。このシステムは日常業務と研究の両方に使用されている。

大型コンピュータを TSS で使用している医学研究用のデータベースとしては、米国スタンフォード大学の TOD (Time Oriented Data Base)²⁵⁾ や西独ハイデルベルグ大学の AVAS (Allgemeine Variables Auswertungs System)²⁴⁾ などがある。TOD においては、患者に関する医学データはパラメタ(項目)と患者番号と来院日の3次元マトリックスで表現されるものとし、各データはそれぞれ決った位置(position)に対応するという概念に基づいて、基本データ構造が設計されている。患者データは2段の階層構造で表現され、患者番号、氏名、生年月日など患者個有のデータが上位レコードに、来院ごとに生ずる検査結果や診断結果などのデータが下位レコードに割り当てられる。また記憶空間を節約するために、1フィールドを2ビット(01:未定義, 10:非ゼロ, 11:前回と同じ, 00:ゼロ)で表現するとともに、文字列データはオーバーフロー・ファイルに格納するなどデータのコンプレッションを行っている。ユーザはタイプライタやディスプレイなどの対話型の端末を使用し、主として医学データの検索や統計計算を行っているが、処理効率をあげるために、INDEX ファイル、RANGE ファイル、TRANSPOSED ファイルなどのアクセス・ファイルが準

備されている。

なお、わが国にも医学研究用データベースとして、MERS (Medical Information Retrieval System) や POD (Patient Oriented Data Base) などの開発が行われている。

以上の例が示すように、医療への応用を目的として開発されたデータベースは、汎用データベースに比べて極めて単純なデータ・モデルが採用されていることと、非常に親切なエンド・ユーザ向きの機能が準備されているところに特徴がある。

4. 医療へのデータベース導入の効果

医療へデータベースを応用した場合の効果としては種々のことが期待されるが、まず第1に病院の日常業務におけるサービスの向上がある。すなわち患者に対しては医療の質的向上および待時間の短縮であり、医師や看護婦に対しては診療のサポートや医学研究のサポートである。また管理部門に対しては業務の効率化、費用の軽減、病院管理の近代化などである。データベースの導入はファイルを統合化することによって患者データの一元的管理と病院各部門の有機的結合を実現し、またデータ独立の機能によって情報処理に関する業務の大幅な効率向上が期待されるが、これらは上記のような病院の各部門におけるサービスの向上に寄与するところが大きいと考えられる。

次に医療においては汎用データベースの機能を充分活用していないケースが少なくないが、これは汎用データベースの設計思想が医療におけるニーズと喰違っているところにその原因があると考えられる。これに対して医用専用データベースの場合は、ユーザのニーズに基づいて開発されているので、小規模ながらも効果的に使われている。いずれにせよ、これらの導入・運用の経過を通じて、医療情報の構造や情報システムの体系が明らかになってゆくが、これも見逃すことのできない効果といえよう。

第3に標準化の観点からも注目すべき効果がある。医療においては長年アプリケーション・ソフトウェアの標準化が試みられてきたが未だ実現されていない。多くのユーザに受け入れられるようなモジュールの標準化は医療の世界では一般に困難である。これに対して、データベース言語の開発は言語レベルにおける標準化であり、比較的受け入れられ易い。この種の標準化は初期投資は大きいですが、応用プログラムの開発および保守管理が容易となるので、全体としてのコストは

少なくなり、効果大きい。

5. 医療データベースにおける問題と今後の展望

医療情報は患者の医療行為を行うための極めて重要な情報であり、精神面、身体面にわたる患者のプライバシーにかかわる情報も多く含んでいる。したがって、医療データを総合的に管理するための医療データベースには十分なデータ保護対策が講じられなければならない。誤ったデータが入力されたり、重要なデータが破壊されるようなことがあれば、診断や治療にも影響するところが大きく、医療事故を引き起こすことにもなりかねない。また、無断で病歴データがデータベースから取り出されると、患者や家族の社会生活に重大な不利益を与えることになる。前者はデータ保全(integrity)の問題であり、後者は機密保護(security)の問題である。病院内の医療データベースの場合には機密保護よりもデータ保全の問題の方がはるかに重要であるが、これを完璧にするためには、システムのダウン対策、ヒューマン・エラーの少ない医療用端末装置の開発、信頼性の高いソフトウェアの作成など今後解決すべき問題が少なくない²⁸⁾。

医療データベースに対する医療側の需要は非常に大きい。オンライン機能、対話型処理機能、バッチ処理機能、文字処理機能、コミュニケーション機能、データ処理機能など多様な要求をミニコンという環境で実現しなければならないという制約がある。また大型のセンタ・コンピュータによる集中管理方式よりも、部門別あるいは機能別に処理を分散させる方が病院情報システムに適している面が多いので、実用的な分散型データベースの研究・開発が今後必要となる。

おわりに

以上医療情報処理研究会の調査結果を中心に、医療への応用という立場から種々のデータベースの評価を試みた。医療情報処理の分野におけるデータベースの需要は非常に大きいと考えられるが、それを導入する医療機関側の条件が非常に厳しく、これが医療情報処理の発展の隘路となっている。これは医療が他の分野と著しく異なる面といえるが、同時に専用の医療データベースの開発を指向する動機ともなっている。今後わが国においても秀れた医療用言語の開発されることを期待したい。

研究連絡会参加者名簿 (50 音順)

赤塚孝雄(筑波大)、飯坂誠二(IBM)、石田清信(富士通)、伊藤正彦(日電)、稲田 紘(阪大)、上野晴樹(東京電機大)、開原成允(東大)、加藤文夫(東大)、金井一成(日電)、神沼二真(日立)、川村 昇(老人研)、郡司篤晃(厚生省)、齊藤 孝(東芝)、阪信二郎(富士通)、酒井俊一(大阪回生病院)、阪部長正(中央鉄道病院)、佐々木陽(大阪成人病センター)、高田昇平(リンク)、永井正武(沖電気)、平尾芳樹(東芝)、平川顕名(京大)、平松啓二(電機大)、深見秀雄(日本システム)、古川俊之(東大)、古幡 博(慈恵医大)、水越 慎(富士通)、三宅浩之(関東通信病院)、八坂敏夫(PL)、渡辺 瞭(東大)

参考文献

- 1) 倉田由次ほか: 汎用 DBMS (日立-ADM) 利用による実証実験システムについて, 医療情報処理研究会資料 14, MI 14-2 (1977).
- 2) 藤縄潤: 日赤医療センターのデータベース, 医療情報処理研究会資料 14, MI 14-3 (1977).
- 3) 佐々木陽: 医療データベースシステム, データベースの基礎と応用, pp. 103~123, 日本科学技術連盟, 東京 (1977).
- 4) 平川顕名: MUMPS によるひとつの医療情報システムの試作, 第 15 回日本 ME 学会大会論文集, p. 192 (1976).
- 5) 河村徹郎ほか: 総合予約システムへのアプローチ, 第 14 回日本 ME 学会大会論文集, pp. 25~26 (1975).
- 6) 若井一郎: 医療情報のためのデータベース言語 MUMPS, 医用電子と生体工学, Vol. 14, No. 6, pp. 442~451 (1976).
- 7) 郡司篤晃: 医学側からみたデータベース言語の検討, 医療情報処理研究会資料 9, MI 9-8 (1976).
- 8) 開原成允: 医療データの構造上の特性およびその処理方法について, 第 15 回日本 ME 学会大会論文集, p. 188 (1976).
- 9) 開原成允ほか: 医療におけるデータベース, 情報処理, Vol. 17, No. 10, pp. 986~990 (1976).
- 10) 開原成允ほか: ADABAS の医療側からの評価, 医療情報処理研究会資料 13, MI 13-2 (1976).
- 11) 野村裕ほか: 医療情報システム—病院の自動化—, p. 81, 日刊工業新聞社, 東京 (1971).
- 12) L. L. Weed: 診療記録, 医学教育, 医療の革新(紀伊国献三ほか訳), p. 113, 医学書院, 東京 (1973).
- 13) W. V. Slack et al.: A computer-based physical examination system, J. A. M. A., Vol. 200, No. 3, pp. 224~228 (1967).
- 14) 開原成允: 医療における情報処理, 情報処理, Vol. 16, No. 11, pp. 1001~1010 (1975).

- 15) 齊藤正男: 医用データベース言語について, 電子医学, Vol. 10, No. 2, pp. 24~27 (1976).
 - 16) 上野晴樹: 医療情報処理用言語について, 医療情報処理研究会資料 75-3 (1975).
 - 17) G. J. Baker et al.: A data base for four hospitals in the United Kingdom, Proceedings of MEDINFO 74, pp. 323~327 (1974).
 - 18) C. H. Gibbons et al.: Use of general purpose database for automation of ambulatory medical care records: a feasible study, Proceedings of MEDINFO 74, pp. 335~339 (1974).
 - 19) G. J. Knight et al.: The computerized medical information system at the Red Cross War Memorial Hospital for Children, Proceedings of MEDINFO 74, pp. 363~367 (1974).
 - 20) H. Grabner et al.: Aims and structure of the Vienna General Medical Information System WAMIS, Proceedings of MEDINFO 74, pp. 375~379 (1974).
 - 21) C. Köhler et al.: AVAS-General variable evaluation system, Proceedings of MEDINFO 74, pp. 407~410 (1974).
 - 22) 上野晴樹: MEDINFO 74 にみる医用データベースの動向, 医療情報処理研究会資料 4 (1975).
 - 23) 上野晴樹: 各種データ・ベース言語の比較, 電子医学, Vol. 11, No. 3 (1977).
 - 24) A. I. Wasserman: A balanced view of MUMPS, 医療情報処理研究会資料 MI 10 (1975).
 - 25) G. Wiederhold et al.: Structured organization of clinical data base. AFIPS-Conference Proceedings, Vol. 44, pp. 479~485 (1975).
 - 26) W. E. Hammond et al.: GEMISH-A mini-computer information support system, Proceedings of IEEE, Vol. 61, No. 11, pp. 1575~1583 (1973).
 - 27) E. Chang et al.: A distributed medical data base, Meth. Inform. Med. Vol. 13, No. 4, pp. 221~225 (1974).
 - 28) Proceedings of IFIP working conference on "Realization of data protection in health information systems" (1976).
 - 29) 大槻陽一: MUMPS-その OS, プログラム, ファイル, データ・ベース研究会資料 DB 31-2 (1976).
-