

解 説

医療情報システムと画像データ通信システム†



三 宅 浩 之††

1. はじめに

医療情報システムが臨床の医療を支援するために取り扱うことを要求される情報の中には、記号・数字情報から医用画像、医用動画像情報に至る極めて多彩なものが含まれている。しかも、それぞれが単独でなく数種以上の組合せで患者の病態（パターン）を明らかにして診断治療に利用されることが通例である。

一方、これまでの情報処理技術においては、医用画像処理はデジタル化による分割処理が中心で、これらの数多くの情報をパターン化して判断するのは医師の眼と脳によるパターン認識能力に依存して行われていた。これは、情報処理を行う側の能力が足りなかったこと、もし可能な超高速大形処理装置があっても距離的、時間的な制約が大きかったためである。しかし、最近になって、光通信を主体とする超広帯域伝送路の形成、大容量高速処理を行うスーパー・コンピュータの発達、さらに大容量光ディスクを始めとする記憶媒体の進歩は、画像データ通信システムへのアクセシビリティを急速に高め、その医療利用を考えることが可能になりつつある。

そこで現在の医療の中で使用される情報にはどんなものがあり、その処理要望がどのようなものであるかについて検討することが必要となってきた。その中には、必ずしも現在の情報システムによる伝達処理に適さない性質のものも含まれていることを考えると、充分な技術面からの再検討を要するものもあるに違いない。これらの技術的検討ならびに開発すべき技術については専門の方々にまかせることとして、ここでは、むしろ、医療面から見てどのような処理形態が望まれているか、という手法以前以後の問題に焦点をあてて記述することにしよう。

2. 医療情報システムの対象となる医療情報

医療情報システムの定義は一義的に明確にされているものではなく、これを論じようとする人の立場によって異なるといってもよい。したがって定義はないことになるが、しかし概念的には次の2つに分けて考えることができる。第1は WHO (World Health Organization) の定義で、「医療の実施・研究・教育に関し必要な情報を収集分析するメカニズム」という包括的なものである。したがってこの場合には人的な手段による情報収集と処理までを含んでいる。第2は情報処理機器の立場からの定義であり、コンピュータと通信を中心とする一つの機器システムであって、その利用対象が医療に関連するものということになる。

第1の定義に従えば、医療に関連して取り扱われる情報のすべてを包括することになり、現在コンピュータ処理や通信の対象となっていない医療用画像データを含んで分類できることになる。医療画像情報が、医療全体とのかかわり合いをどのように持っており、現在どのように処理されているかを考えるためにはこの分類の中で画像の位置付けとその役割を見た方が判り易い。

第2の定義に従うと、技術の進歩により、対象となる情報の範囲は変化し、現在実用的に取り扱われている医用画像としては CT (Computerized Tomography), RI (Radio-isotope image), 超音波の画像が中心となり、その他は人を介して変換された記述を主体とする画像所見レポートシステムということになる。

医用画像という情報の性格を考え、その処理を対象に議論をすすめてゆくためには第2の情報処理機器という立場をとって、将来医療情報システムに参入する可能性のあるものを含んで考察を進めた方が判り易いということになる。そこで、まず第1の分類によって医療情報システムを分け、その中で取り扱われる医療情報のうちとくに画像情報に注目してみた後、第2の分類を頭において個々に検討を加えることにしよう。

† Roles of Image Data Communication System in the Medical Information System by Hiroshi MIYAKE (Medical Information Research Institute, The Kanto Teishin Hospital, N. T. T.).

†† 関東通信病院附属医用情報研究所

表-1 医療情報システムの構成要素 (第1分類)

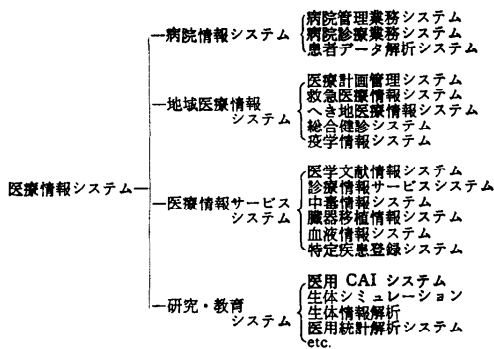
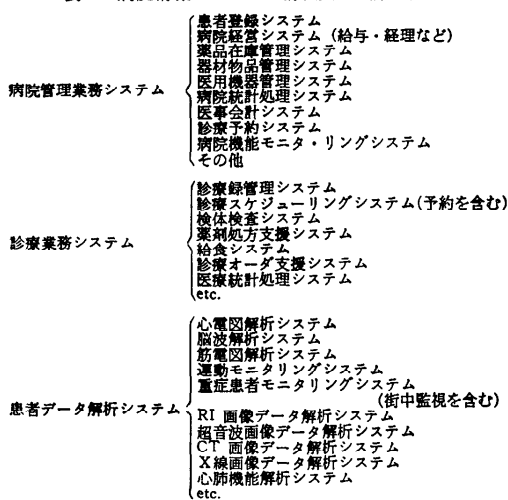


表-2 病院情報システムの構成要素 (第1分類)



医療情報システムを表-1に示すような形に分類したものがあがるが、これでは、医用画像の位置付けは明確でない。もちろんサブシステムの個々の内容を検討してみると画像表示を必要とするデータや画像伝送を必要とする場面も多いことは想像することはできる。

そこでさらに詳しくみるために、高度医療の提供を前提とする病院医療の内容を分類したものが、病院情報システムの構成要素を示す表-2である。ここでは、画像、図形を前提としたものが数多く示されており、主な医用画像処理は当然のことながら患者データ解析に集中していることが判る。この部分の主な機能は、(1)診断のための道具として使うもの、(2)治療計画のためのもの、(3)治療経過における判断基準としての計測を主体とする定量化を目的とするもの、(4)治療効果の確認、すなわち治療後、診断または治療評価のためのもの、などである。

現在これらの医用画像は、医師を中心とする人間の眼と手によって、所見記述データ、計測データ、コード化データに変換されて数字、カナ漢字、英字等、時にはスケッチ等の線図形を含んで病歴に記載されているのが通常である。これらについては後に詳述することにして、ここでは他の業務についても見ておくことにしよう。

病院管理システムで対象となる医療データは、現在は主としてカナ漢字、英数字であるが、中には線図形、写真等を含んだ方が人間にとって便利と思われるものも多く見られる。たとえば病院経営における各種統計グラフは線図形で示される方が判り易いし、薬品在庫管理では、薬剤の基準的な包装形態や薬剤の剤形特徴などを写真などの図形で示すことができれば便利であろう。またその保管場所の図面などもこれからの管理システムでは必要となろう。医用材料器材も名称のみで出入管理まで行うことは容易ではないので、それぞれの器材の写真まであれば、検索や管理に大いに役立つに違いない。

診療業務システムにおいても、コンピュータによる処理の対象となる医療データの中に数多くの図形、写真を含むことができると作業能率を高めるものが多いことは容易に想像できよう。たとえば、診療録管理システムといっても、現在の多くの病院では、医師や看護婦が手書きで診療の経過を記載した病歴記録を整理・保管管理し検索できることに重点をおいている物としての管理である。検索の鍵は単純なものでは、患者番号、氏名、生年月日、性別程度であり、これに入退院時診断名、転帰、入院時検査処置手術等の主要なものが加えられていれば、要約による検索システムとしてかなり高度なものとされている。しかし、これらのデータでは、医学研究、医療統計等には利用できても、実際の臨床医療に即時に応用するには至らないので、もし可能であれば、画像を含めて類似の患者ファイルを検索できれば、過去の診療記録が次の患者の診療に活用できることになる。

このように見てくると、医療情報システムが臨床の医療を支援するために取り扱うことを要求される情報の中には、伝票等に代表される記号化可能な情報から、生化学検査報告のような数値情報、手書き文字を中心とする病理報告や臨床所見報告などの記述と線図形情報、各種の色表示を加えた臨床経過図表、さらには、X線写真や立体写真のように濃度変化の豊富な画像として表示されしかも微少な濃度変化や線構造の読

取りが要求されるようなものまで含まれている。このような写真画像となると医療上必要な情報量として1枚の画像全体そのままでは数十メガバイトに達するものさへある。この上に、現在は単に記録および情報伝達媒体として学会等で利用されている16mmフィルムやビデオ画像などによる動画像も近い将来は医療情報処理の対象となる医療データに含まれることを望まれるようになるに違いない。

3. 医療における画像情報とその特性

医療情報システムは、一般的にいてその性格上、多種多様な情報処理が要求されるにもかかわらず、一種の処理に限定するとその利用頻度は少なく、データ通信によるソフト・ウェアおよび処理機能の共用や、大規模データベースの共用が有効なことが多い。しかし、これまでは狭帯域のデータ通信回線を前提としていたため、医療情報データ通信システムは主として情報量の多いコード化が可能な文字記述情報および数値情報を対象として考えられてきた。

その後、漢字・手書き文字・図形を含む書類や文書交換に対してはファクシミリが通信手段として使われ始め、最近ではデータ通信の入出力端末として漢字・図形を扱えることから医療の中で情報処理の果しうる役割に対する期待は急速に拡大してきた。

さらに、その後の情報伝送処理技術の急速な進歩は、CT、RI、超音波等の画像情報処理から立体的画像合成計測の範囲についてもデータ通信による情報処理の対象に含められるようになってきた。その結果として画像処理はミニコンピュータによるインライン処理から、さらに大規模かつ高速の処理を前提とする画像データ通信による大規模なコンピュータの利用や、医用画像の伝送・交換利用が要望されるようになってつつある。

一方、画像通信技術の進歩は、一般の家庭テレビと電話回線を結合して、カラー静止画像を端末から検索することを可能としたCAPTAINシステムと、さらに電話回線を広帯域化して動画像と音声を含む情報検索伝送が可能なVRS (Video Response System) の実用化試験が続けられており、これらのシステムの医療情報システムへの効果的な取込み利用が検討される時期になった。

画像情報の蓄積検索としては、これまでのマイクロ・フィルムや磁気テープ、ビデオカセットテープの時代から、ランダム・アクセス可能な磁気ディスク、

光ビデオ・ディスクが開発され実用化に入る時期になってきた。

このような状況のもとで、画像データ通信システムの対象となる医用画像情報にはどのようなものがあるか、その画像としての特性は何かについて検討すると次のようになる。

(1) デジタル医用画像

(a) Radio Isotope 画像

生体内に注入され、組織内に分布した放射性同位元素 (RI) の発する放射線 (emission) を測定して RI の生体内分布画像を得るものであるから、得られた画像は原理的にはドットの位置情報の集合で表現されるものである。

(イ) 静止画像としては、記録方式により、シンチグラフィ、ガンマカメラ画像、Emission CT 画像に分かれる。

(i) シンチグラフィは体表面を方向性の強い Emission detector により一定速度の順次平面スキャンを行うことで、単位面積当たりの放射線分布図を作成する。

(ii) ガンマカメラは放射線の直進性を利用して受信平面への入射位置を計測して表示するもので、総放射線パルスを容易に数えることができるため、一定数のパルスの発生位置の平面分布を作ることができる。

(iii) Emission CT は、一定の厚さの輪切り断面内での Emission 源の位置分布を計測表示するものである。

(診断観察上の要点として再生画像に要求されるもの。)

全体像として RI の分布が生理的正常か否かが問題となる。濃度の分布が正常と異なる場合、たとえば肝臓では、ほぼ一様な RI 濃度分布を正常とするが、この中に濃度差を認識でき、濃度の高い部分があれば RI の集積を意味し、通常は腫瘍、炎症を考える。(hot scan) 濃度の低い部分があれば逆に正常細胞の活性低下または、減少を考える根拠となる。(Cold scan) 明瞭な濃度分布異常を示すのは、検査法の精度にもよるが、径1cm以上の異常を示す組織の存在する場合であり、それ以下では、その変化は微少で画像診断能力の個人差は大きい。したがってこのような僅かな変化が想定される画像では、画像変換と伝送再生による情報損失が大きな問題となる。

(ロ) 動画像は、静止画像を得る Emission pulse の

時間軸による変動を主眼として記録するもので、RIの生体内での分布の時間的変化を知ることにより、RIの物理的減衰が既知データとして与えられていれば、生理的増加と減衰は、RIの生体内の動態を示すことになる。経時変化の計測には、一定位置の円錐内の体積を対象とする前記 i)の方法、これを同時に面の形で表示する ii)の方法さらに切り出した形の iii)の方法が使われる。臨症的には血流計測、生体組織内のRIラベル物質の消長を知る組織内分布とRIクリアランス曲線などが得られることになる。

(診断観察上の要点)

2次元表示の経時記録の比較観察の場合は、RI画像に準じて取り扱われるが、部位ごとのクリアランス曲線として表示されるものでは伝送による変化は考えなくともよい。

(b) Computerized Tomography

生体を細かなユニット体積の集合として、それぞれのユニットの物性的な情報をとり出して図形表示するものである。

(i) X線吸収度を計算して表示すればX線CT画像を得るが、これはX線に対する物性的構造を示すものとなる。

(ii) 超音波を媒体として使うと、透過形では音響に対する物性的構造となり、パルス超音波を放射して反射波を捉えて表示すれば、密度変化を音響学的組織構造として捉えることになる。

(iii) 前述のEmission CTでは生化学的なRIラベル物質の分布構造を捉えることになる。

(iv) 核磁気共鳴現象を部位ユニットごとに計測すると、元素レベルの存在量(現在は主に水素)の密度を示すことになる。

このように媒体によって同一生体内の異なる現象を計測することになり、診断に利用するものである。いずれも原理的にユニットを示す3次元のデジタル位置情報(通常 $512 \times 512 \times$ 長さ(mm)以下)と各ユニットの計算データである濃度デジタル情報最大 2^{10} 階調の組合せとして表示される。

(c) デジタル・ラジオグラフィ

X線の組織透過度の差をX線フィルム上に固定するものがこれまでのX線写真であるが、これを特殊な受光板に受けX線量を部位別に読取り数値化して処理することで僅かなX線量の変化を拡大して表示することができるようになった。このような装置をデジタル・ラジオグラフィと呼ぶ。生体を動かさずに血管中

に造影剤を加える前後で、X線透過度の変化だけを取り出せば血管の造影画像を得られるため、これをデジタル・サブトラクション・アンギオグラフィと呼ぶ。レントゲンフィルム上では表現できない僅かな濃度差も強調して表示できるため、血管中の造影剤の濃度は僅かでよいから造影剤を静脈内投与で検査できるため、被検者の苦痛は大変少なく危険も少ない。今後大いに発展が期待される手法である。受光板に固定した情報をラスタスキャンにより順次読取り処理するため、画像精度はCTに比して格段に高くできる特徴がある。デジタル・コンピュータによるデータ処理を前提とするため取り扱われる情報はデジタル数値情報である。原理的には、写真ファクシミリと同様に考えられる。

(診断観察上の要点)

これまでのX線写真はアナログ情報としてフィルム上に固定されていたものを眼で見て判断していたが、デジタル画像処理により数値化された濃度をもつ画素の集合として表示されるため、画像処理技術の導入が容易で輪郭の強調、微小濃度変化部分の明確化などとともに、定量的な面積計測や線長計測などの応用が開けると共に、画像伝送処理面でも容易になるなどの利点がある。

(d) 超音波画像

超音波パルスの位置方向を電子的に移動走査させ、生体内から反射する超音波の強度と時間遅れをブラウン管上に画像面の光強度と位置として表示する。このため、位置情報は連続のデジタルとなり、得られる反射は、アナログ量をそのまま変換して表示し生体の断面像を得るものである。したがって本質的にはアナログデータの取り扱いではあるが、電子回路による信号データ処理が行われているために画像通信の対象とすることは容易である。表示方法としては、超音波ビームによって走査した平面を2次元表示する生体断面像と、一定方向のビーム内での変化を経時的に2次元表示する心臓エコー検査(心臓の壁や弁の運動の記録)、反射物の運動によるドップラ効果計測の血流動態記録などがある。

(2) アナログ医用画像

これまでの多くの医用画像は写真フィルムに直接記録され、銀粒子または感光色素によって画像として定着利用されるものが大部分である。動きのある画像としては、シネフィルムまたはビデオテープ記録とされ

ることが多いが、画像の精度の点で、16 mm フィルムが第一選択とされることが多い。最近では、走査線の多い高解像度テレビが注目されているが、線および色の解像力の点で未だ不十分という臨床医師の評価が主流である。個々の具体例について見ることにしよう。

(a) X線写真

いわゆるX線写真は現在でも医用画像の中心で、病院の取り扱い患者数の25%~35%程度の枚数のフィルムが毎日作られている。入院患者500人外来患者1500人/日の取り扱いで500~700枚のX線フィルムが使用されているのが平均的な所ではないだろうか。この程度の病院では年間では10万枚を確実にこえることになる。1枚のX線フィルム写真の中に含まれている情報がどのように使われるかを一般的に論じるのは困難で、撮影部位や目的によって、千差万別といっよい。全体の形状が判断基準となる例から、1cm四方の中の骨の構造線の粗密の比較、線の不連続性や濃度変化の不連続性が診断根拠となる例まであり、現在の写真技術でもコピーやマイクロフィルム化によって失われる情報が多くこの方法は臨床的には役に立ち難いという議論が続いているほどである。

(b) 内視鏡画像

アナログ画像の中では、ビデオ画像化するのが最も有利かつ容易と考えられるが内視鏡画像である。現在医療に用いられる内視鏡の多くがファイバースコープ化されており、数万本の細い光ファイバ束により画像を体外に取り出して動的に観察し診断すると共に記録に用いられている。静止画像としての画素数はそれほど多くはなく、現行テレビの解像度で充分対応が可能である。ただし、内視鏡の画素による格子とテレビ受像機の画素の格子とが干渉してモアレ縞を作り、ゴースト・イメージを発生する現象の解決が必要であるとの指摘がある。

(c) 病理組織画像

光学顕微鏡による組織病理所見で画像処理上問題となるのが、各種染色法による色調変化、色構成が診断上の大きな根拠となるという点である。ここでは綿密度よりも色彩の再現性の方がより問題となる例があり、画像処理上で他とは異なる特徴をもっていることになる。

電子顕微鏡画像では、黑白画像であり、しかも、人間が介在して診断上必要な所見を中心に撮影され、倍率も可変という点で、現在のテレビ手法で充分対応可能であると考えられる。

以上病理組織所見は医療データの記録という点からは現在のテレビ技術での問題は少ないが、組織診断を画像通信を介して行おうとすると、1組織切片を順次スキャンして調べてゆくという点で、装置上の問題の方が大きくなるであろう。

(d) その他の医用画像

手術所見写真、手術手法映画、患者写真、動作記録などの他にも各種の写真画像があるが、記録という面から見ると画像上の特徴とされる点は多くない。しかし、これらの画像を介して診断に利用するとすると、色調の再現性が大きく診断に影響を与えることが予想される。

たとえば、皮膚の色、つや、緊張度、発疹、着色などが診断の根拠となる例ではテレビ画像を通じてどの程度まで判断できるかが今後の問題であるが、医師の立場では診断が可能か否かという問題よりも、所見を見逃さないで済むか否かという誤判断を中心に考えるために、画像の再現性についての機能的な要求が極めて厳格であるということに問題があるといえよう。

4. 医療用画像情報の処理についての考え方

医療において使用される画像は、前述の通りきわめて様々であり、画像としての表現は同一でも、画像形成の媒体となるエネルギーの種類性質によって、生体の中の何を対象としているかが異なっている。その他、患者の病気の経過、現在の症状、診療によって得られる身体所見など数多くの情報を参考にして診断に利用されるのであるから、医用画像1枚を取り出してこれをいかに精細に分析しても診断への貢献についてみる限り限界があることも認めなければならない。

レントゲンフィルムに写された画像は2次元の現象ではなく、3次元の立体としての生体を一方向から見た投影画像にすぎず、その判読に際しては解剖学的知識を加え立体構造として認識する所から診断が始まる。CT、超音波等の画像は生体の横断面であるからどのような部位の、どのような角度の断面であるかが明確でなければ、解剖学的位置関係との対応はつかず、診断上の価値は大きく減少する。というわけで、医用画像は常に他の同じ生体についての情報と同時に提示されない限り使用できないものが大部分といえよう。ここで医療用画像における複合処理という問題が生じてくる。

専門医は、前以って正常の画像、異常な画像の判断論理を頭の中に入れており、これを充分に活用して眼

の前にある新しい画像を診断するのである。しかし、専門外の医師はこのような知識を持合せていないし、専門医でも、稀な疾患や、自分の記憶と異なる所見を見出したとき、自らの知識を確認する必要が生ずることが予想される。このようなとき、基準となる診断論理を画像所見と共に検索できることは医療の能率と信頼性を高める上に大変有用であると考えられる。

また、CT、超音波、RI 画像のように計測によって人体から得られた信号を複合的な計算処理を行うことによって画像を構成するような例では、処理のネックは、計算機の処理速度と、多様な画像変換処理プログラムにある。このような場合、画像通信回線のような広帯域高速回線の利用が可能であれば医用画像機器の有効利用という面から応用価値は大きく、期待がもたれる対象である。

カラー画像では、これまでの医師の習慣から自然色の再現を中心に考えられているが、一方医療の中では、赤外線強度を可視画像化するサーモグラフィ、紫外線の吸収強度を見る蛍光顕微鏡のような不可視光線を可視化する目的での画像処理が使われているので、このような発想の転換をすれば、特定波長の光の量を計測することで診断上有意な画像情報が生れる可能性は大きい。このためには、現在の3原色分解方式のカメラではなく、別の原理によるカメラが開発される必要がある。

画像処理はこれまで情報量が極めて多く、情報処理の対象としては経費的に不適当と考えられていたが、画像データ通信の発達と最近の Computer Graphics 等の進歩をみると、医療面においても近く実用的に可能な範囲に入ってくることになると考えられる。

5. 医用画像データ通信システムの開発のために

最近の報道によると、1チップコンピュータの集積により、画像データの平行処理を行うグラフィック・コンピュータが開発されつつあるという。ハードウェア技術面からみて画像処理のネックであったこれまでの大容量記憶順次処理方式から分割平行処理へと発想の転換が起り、問題解決が計られるようになったと考えられる。

ソフトウェア技術面では、ますます多様化と複雑化が進行することになるであろう。これらの技術開発結果を、現実利用できる形で短期間に提供し、改良を加えてゆくためには、利用可能な技術の応用面への

開放が必要である。したがって、このような画像処理技術の一部の研究者や大規模プロジェクトの中に閉じこめておくのではなく広帯域高速回線による画像データ通信によって広く開放して利用することが考えられなければならない。

医用画像処理において、現在まで利用が急速に進み全国で2400台をこえる普及をみせたX線CTは、昭和50年の第一号機以来の8年間に導入利用されているもので、世代的にみると第1世代から最近の第4世代に至る急速な進歩の中で、製作メーカーごと、世代ごとに異なる技術レベルで作られて利用されている。このため、計測データの互換性、上位への移行性がなく、今後医療機関で機種の改更を行う度に旧機種で蓄積したデータは利用できなくなってゆく。画像処理技術の急速な進歩は、旧型機でのデータを無価値のものに変えてゆくという前提ならば、旧いものは捨て去るべきなのかもしれないが、一方、医療においては、個人データの経時的な蓄積なしには医学的研究は成立たないという特質ももっている。この意味では Retrospective な性格といえる医学研究の現状において、データの保存と利用の道を残し得ないというのは大きな問題である。

また、最近では、前述のように NMR-CT、超音波CT、Emission CT と、撮像原理の異なる画像が出現し、これらの同一部位、たとえば頭部のある一定断面における画像データ間の比較、Subtraction 等が診断上有意義であると考えられるようになると、個々別々に画像化してフィルム上に固定して比較するという手法から、原始データの処理レベルの位置補正、断面補正、さらには、画像のピクセル単位でのデータの共通な取り扱い、データ処理へと進むに違いない。

現在の段階ではこれらの画像処理上の最大のネックは、膨大な画像データの計算処理速度である。原始データのデータ転送速度が遅い現在の通信回線を前提とすると、処理速度の向上は、インラインで利用可能なコンピュータの性能向上に依存しているのであるが、動画像通信が可能な高速回線を前提とすれば、撮像時の特性により異なる原始データの処理による画像のピクセル単位のデータ作成処理まではフロントエンド処理が必要としても、それ以降は画像処理専用的高速コンピュータの汎用処理にその多くを委かせる方がはるかに効率的であると考えられる。

とくに、現在は平面画像の対応付け処理、疑似3次元表示など、たかだか数十MBの画像データ処理で

あるが、将来の数 GB に達する立体(3次元空間)データ処理への発展を考えるとこの方向は動かない事実として認識されよう。このような汎用3次元画像処理プログラムが画像データ通信の基本条件として整備されるならば、患者個々の疾患を対象とする実用医療面でも、診断・治療医学でもその進歩に大きく貢献することになる。とくに画像データの標準化による共通性と、普遍性、複合処理の可能性の増大は、極めて大きな社会的インパクトとなるに違いない。

さらに、最近急速に発展し進歩を見せている高密度大規模メモリとの結合による画像データベースの形成、とくに相互互換性のあるデータとしての蓄積が重要な要素を提供することになる。

スーパー・コンピュータと光ディスク、光磁気ディスク等の組合せは画像処理の能力を医療面で利用できるという期待を大きくするものではあるが、現在の医療機関の規模、経費内容等を考えるとこのような画像処理機能は一機関ごとに所有して利用できるように価格帯に入ることは当分望めそうにない。また利用頻度から見ても妥当とは考えられないので、数病院以上が共同で利用する医用画像データ通信システムの形成が必要となろう。

6. 結 語

以上、限られた紙面で医用画像と画像データ通信の結合上の要点を述べてきたが、技術的な面から見た各種の送用画像それぞれについての処理技法についてはすでに数多くの専門家による著述があるのでそれらを参考にされたい。

本論文は、医用画像伝送、医用画像データ通信システムという技術を、実際に臨床診療に利用する医師の立場でとらえ、将来の医療情報システムの中核となる画像データ通信システムへの期待と解決すべき問題の提起を試みたものである。関連分野の技術者の方々がこの問題について医師を含めて検討をするに当たっての参考となれば幸いである。

なお、本論文内でとりあげた画像があまりにも多岐にわたり、かつ写真印刷では画像の本質を紹介することは困難と考えたので割愛した。医学関係論文誌には数多くの実例が掲載されているが、再現性でも精疎まちまちで説明文を読んで始めて推定できるものもあるので、関心のある読者は身近かの病院勤務医師を介して、実際に臨床で使用されている現物の画像、フィルム等を実見することをおすすめしたい。

(昭和 58 年 4 月 25 日受付)

