8. 医療用画像伝送

日立電子株式会社 宮 本 庸 一

1. ま え が き

医療の専門技術以外の技術は容易に受け入れられないといわれていた医学界においても、最近の電子工学の発達にともない、数多くの電子機器が病院内に設置されるようになって来た。なかでも画像技術に関するものは今後ますます増加することが予想される。

医療に必要な診断情報は、直接医師の眼に訴える視診および機器、装置を中介として得るX線写真、アイソトープシンチグラムなどのように、画像に関するものが非常に多く含まれている。また医療の診断手法の多くが画像の中から、健康人のもつ正常な画像と異なった特徴を抽出して判断を下す方法をとっているため、画像をとり扱う技術の良否が他の分野にも増して重要視される。

このような状況の中で医用画像は、それぞれ独立した情報として扱われていたが、最近ではホスピタルオートメーションや地域医療サービスシステムの開発と結びついて、システム化への気運が高まって来ている。

医用システムは大別すると、病院の内部におけるシステムと、病院などの医療機関を相互に結ぶ地域医療システムになる。前者は、ホスピタルオートメーションや医学教育に関連するシステムであり、病院内業務の円滑化、省力化および医学教育の効率化を目的としており、後者は、過疎による無医地区における医療サービスの確保、空港や駅など人の多く集まる場所における救急医療の確保、夜間、休日における救急医療の確保を目的としている。

このようなシステム化からの要求で医用情報としての画像伝送は必須の技術であり、既存技術を含めた医用応用の検討が各方面で進められている。

2. 医用画像と伝送の利用形態

医用画像はその構成手法あるいは画像情報源から次のようなものが考えられる¹⁾。

- (1) 視診に関するもの
- (2) 患者監視

- (3) X線テレビジョン
- (4) X線写真
- (5) 内視鏡画像
- (6) 顕微鏡画像
- (7) アイソトープシンチグラム
- (8) 超音波画像
- (9) サーモグラム
- (10) カルテなど手書画像

これらは、それぞれ独立した画像形成システムであり、すでに報告¹⁾されているように、画像形成の手段が多岐にわたっている。また、伝送を行う場合に画像に要求される品位から見ると表1のようになる。これら医用画像のうちシステムを構成する場合に医学側から第一に要求されるのはX線画像であると考えられ、X線画像の伝送には表1のように高解像度が要求されるとともに、高階調度が必要であり、このような要求に伝送技術が応えられるかどうか、医用画像伝送システムの利用価値を決定すると考えられる。

表1 医用画像の分類

種 別		画 像 の 品 位		用 途
		解 像 度	階調度	
静 止 画	文字・記号	10~20 lp/cm	1~2	カルテ、診療記録など
	図 形	10~20 lp/cm	1~5	心電図など
	普通図面	10~20 lp/cm	7~10	RIシンチグラム、サーモグラムなど
	高精度図面 または写真	2~5 lp/mm	10以上	X線写真、眼底写真など
動 画	人物像など	400~600TV本	7~10	患者と医師
	高精度画像	700~1,000TV本	8~12	外科手術、遠隔診断など

ホスピタルオートメーションの進歩につれ、病院の事務や病歴管理、検査データの処理のコンピューター化は急速に進んでいるが、伝送手段を含む医用画像のシステム化は、ほとんどが実験・研究段階にあり、大学病院における医学教育用の映像システム、患者監視システム、心電図伝送システムなど一部のものを除いては実用段階には至っていない。

現在各方面で検討されている医用画像伝送の利用形態としてはつぎのようなものがある²⁾。

- (1) 遠隔診察

¹⁾ "8. Picture Transmission for Medical Application" by Yoichi Miyamoto (Hitachi Electronics Co., Ltd., Tokyo)

- (2) 遠隔検査
- (3) 画像情報バンクおよび検索表示
- (4) 医学教育およびコンサルテーション
- (5) 手術監視
- (6) 遠隔診断会議

2.1 遠隔診察

一般に診察は医師と患者が相対して対話する形で行われるが、へき地などの無医地区や救急診療の場合には必ずしもこの条件は成立せず、医師と患者の間に数 km ないし十数 km の距離がある状態にしばしば遭遇する。このようなケースでは医師と患者の間で情報交換をするために画像および音声の伝送が不可欠であり、医師側が受取る患者からの情報はかなり高精度のものでなければならず、高性能カラーテレビなどが要求される。

また特殊な専門診療科目の診察では専門医の数が限られており、広く医療サービスを行うためには遠隔診察によらなければならない。

2.2 遠隔検査

検体検査や生体信号を得て行う心電図などの検査では、心電図、顕微鏡像などの画像を伝送することにより専門医の診断をうけることが可能となる。遠隔検査の場合には、生体信号をとるためのトランスデューサーの装着が正しいかどうかの確認や検体採取法の確認ができる画像を補助的に伝送することも大切である。

2.3 画像情報バンクと検索表示

病院には文字や数字のデータだけでは処理できない、X線写真、アイソトープシンチグラムなどの画像データが多量に保存されている。これらはマイクロフィルムあるいはその他のイメージファイルに蓄積して、保存スペースの有効活用や検索速度向上が望まれているが、蓄積データの出力装置、伝送系、表示装置が性能（主として解像度、階調度）の点で医学側の要求を満足するに至っていない。しかしながらイメージファイルおよび表示はホスピタルオートメーションおよび地域医療システムの

中では不可欠の技術であり、医用画像をシステム化する場合のキポイントである。

2.4 医学教育

医学教育の中には他の自然科学と同様に眼で見る学習が少なくない。しかも対象が人間であるため自由に数多くの実験をくり返すことができないので、画像の伝送、蓄積画像の再生などにより多人数の学生に効率良く教材を提示する必要がある。

また、へき地などに勤務する医師は地理的な制約から中央の最新医療技術に接する機会がどうしても少なくなるので、画像伝送システムを利用した教育指導やコンサルテーションは、医療全体のレベルアップに重要な役割をもっている。

2.5 手術監視

へき地あるいは救急診療において、十分な医師が確保できないまま止むを得ず手術を行う場合、画像伝送により遠隔地から専門医が監視しバックアップを行えば、正しい処置と安全確実な処置が行える。

2.6 遠隔診断会議

むずかしい診断の場合、多人数の医師が集って検討を行うことは病院内で日常行われている。ここにテレビ電話のような画像と音声の伝送を加えると、遠隔地の権威者や専門医の意見もとり入れることが可能となり、診断の精度向上の手段となる。

以上の利用形態と医用画像および画像伝送技術の関連をまとめると図1²⁾のようになる。

3. 医用画像伝送の実施例と実験例

医用画像伝送の例としては、現在のところテレビ技術を利用したものが多くある。

3.1 医学教育用テレビ

医学教育用テレビシステムは、医科大学付属病院を中心に実用化されている。画像の発生源としては、

- (1) 手術用カラーテレビ

図1 医用画像と画像伝送技術の関連

- (2) 内視鏡カラーテレビ
- (3) 顕微鏡カラーテレビ
- (4) 可搬型汎用カラーテレビ
- (5) X線テレビ

画像伝送システムの系統は、たとえば図2に示すようなものとなる。センターへの入力情報は各手術室、検査室からの前記(1)～(5)の信号であり、出力は講義室、カンファレンス室、診察室に伝送される。現在実施しているこれらシステムの伝送方法としては、ほとんどが映像帯域によるベースバンド伝送である。しかし、ホスピタルオートメーションの発達にともなって、伝送する画像の種類や量が増加して来ると、さらに伝送路の利用効

3.2 患者監視用テレビ

(1) 麻醉医室用

このシステムでは各手術室、心カテ室、リカバリー室の患者の状況や手術の進行状況を麻酔医室にて集中監視できるので、効率良く作業ができる。

(2) ccu 監視用

ccu（重症患者監視装置）においては，数種類の生体信号を集中監視し患者の容態の変化をしらべている．し

図3 監視用カメラシステム系統図（システム2）

かし、生体信号だけでは患者の姿勢が正常かどうかの確認が不可能であり、テレビによる監視が併用される。

（3）産婦人科用

この用途は患者へのサービスが主である。分娩直後の産婦に新生児室にいる子供の映像を提供する。

（4）精神科保護室監視用

精神病患者を自由に行動させ、かくしカメラでとらえ保護室で監視するシステムで、患者の看護および治療に役立てる。

3.3 遠隔医用画像伝送

距離のはなれた医療機関を相互に結ぶ画像伝送は、いまだ実用段階には達しておらず、実験的に行われている状況である。

実験例としては、青森一東京間を電々公社のL規格回線で結んだX線テレビの伝送実験³⁾、テレビ電話方式を用いたITVによる遠隔診察の実験⁴⁾、米国マサチューセッツ総合病院とローガン国際空港医療センター間をマイクロウェーブで結んだ救急診療用遠隔診察用テレビシステム⁵⁾、X線写真をITVカメラを介し電々公社の試行

サービス回線で伝送した実験⁶⁾、心電図をITVと同軸回線を用いて伝送し診断の精度を調べた実験⁷⁾などが報告されている。

これらの実験の報告の結果を要約すると次のようになる。

（1）現在市販されている程度のITVの画像品質では、胃部X線写真のように微細な画像を判読するには充分でなく、表2⁷⁾、表3⁷⁾に示すような結果である。

（2）判読能力を向上するためにクローズアップなどの方法を併用するので、オリジナル写真を判読する場合にくらべ読影時間が2～3倍必要である（表4⁷⁾）。

（3）心電図などの図形画像では、市販ITV程度の伝送能力でも実用になる。

表2 読影指定項目の読影結果

読影条件	判読不能項目数	判読困難項目数	判読可能項目数
1枚のフィルム全体をテレビ画像いっぱいを受像した場合	30	29	42
クローズアップして受像した場合	3	10	88
オリジナルフィルムの場合	2	1	98

表 3 消化管造影の読影項目

判 読 指 定 項 目	フィルム全 体を受像し たとき	クローズア ップしたと き
食 道		
1 食道の輪郭	○	○
2 造影剤による食道内ニボア	○	○
3 食道内レリーフ	×	○
胃		
4 胃充満像の輪郭	○	○
5 胃粘膜レリーフ像	○	○
6 微細レリーフ像	×	○
7 胃液とバリウムの境界線	△	○
8 胃液中の小泡	×	○
9 潰瘍痕部集中像	△	○
10 胃角部小ニッシュ	△	○
11 胃切除手術のクレンメ	○	○
12 びらん性胃炎「タコイボ」状隆起	×	○
十二指腸 (低緊張性十二指腸造影)		
13 十二指腸球部の輪郭	○	○
14 Kerckring の粘膜襞	△	○
15 Vater 乳頭部	×	○
小 腸		
16 Kerckring 粘膜襞の微細像	×	○
17 小腸の走行追跡	×	△
18 空腸と回腸の区別	△	○
大腸 (注腸 2 重造影像)		
19 Haustra の輪郭	○	○
20 大腸走行の追跡	△	○

○…判読可能 △…判読困難 ×…判読不能

表 4 ITV 受信像とオリジナルフィルム読影の所要時間

	所 要 時 間		所要時間比 TV/オリジ ナル	フィルム1枚 当りの読影所 要時間(TV)
	TV (秒)	オリジナルフ ィルム(秒)		
胸 部	1797	918	1.96	150.0
消 化 器	2753	892	3.09	62.6
頭 部	1030	579	1.77	68.7
平 均	1860.0	796.3	2.27	92.8

(4) X線写真でも整形外科で使用するような比較的精細度を要求しないものは、ITV 程度の伝送能力でも

図 4 医用システムの構成例

実用化の可能性がある。

(5) 遠隔診察では保健婦などの補助があれば、ある程度まで実用できそうであり、特に定期診察や健康診断には実現性が大きい。

4. む す び

医療における画像伝送の現状と利用形態は以上述べたとおりである。医療はその性質上ミスが人命にかかわるので、ここで用いられる機器の安定性、信頼性、安全性については非常にきびしい仕様が課せられるので、基幹技術は一般の画像伝送と同一であっても医療用としての要求を満足する専用機器の開発が必要と考えられる。

また、医用画像が伝送系にのるとということは、本来非公開であるべき患者のプライバシーが守れるかという法律的な問題もあわせて解決する必要がある。

機器の開発と上記のような医療特有の問題点の解決が進むと、国民に広く医療サービスを提供する医用システム（一例を図4⁴⁾に示す）が実現することになる。

(昭和50年1月6日受付)

(参 考 文 献)

- 1) 開原、鳥島：医用画像システム、テレビ誌、26、11 (1972) 903-914
- 2) 日本情報処理開発センター：医療機器システム開発に関する調査研究報告、第7部
- 3) 吉村：X線テレビ画像伝送システムについて、第12回日本ME学会シンポジウム予稿
- 4) 岡、前田：和歌山県におけるTV 遠隔診療のパイロット実験、ME学会画像処理研究会予稿 (1974)
- 5) T. A. Prynn: Handbook on Hospital Television
- 6) 乗松、田島：整形外科における画像伝送について、ME学会画像処理研究会予稿 (1974)
- 7) 古川、稲田、伯耆、福島、堀、福井、小塚、岡：ITVによる医用静止画像遠隔診断の評価、ME学会画像処理研究会予稿 (1974)
- 8) 岡本：画像とコンピューター、テレビ誌、28、4 (1974) 243-250
- 9) 横井、伊藤：医用超音波診断像の画像処理、テレビ誌、28、4 (1974) 273-278
- 10) 沼口：CATV、テレビ誌、28、7 (1974) 547-550
- 11) 森永：画像通信技術、テレビ誌、28、7 (1974) 550-555
- 12) 小郷、加藤：産業応用、テレビ誌、28、7 (1974) 580-583
- 13) 多田、山本：テレビジョン映像音声同時伝送方式、テレビ誌、27、7 (1973) 506-515
- 14) 湊：病歴管理の手法について——近づくマイクロ化——、映像情報、4 (1971)
- 15) 山口、島田：医療とコンピューター院内情報処理システムと映像、映像情報、4 (1971)
- 16) 池田：内視鏡カラーテレビジョン、映像情報、1 (1974)
- 17) 藤正：医用サーモグラフィ、映像情報、1 (1974)
- 18) 土子、玉虫、加藤、豊田：最近の総合検診システム、東芝レビュー、29、2 (1974)
- 19) 大久保、山際、三村：有線ITV伝送、三菱電機技報、45、11 (1971)