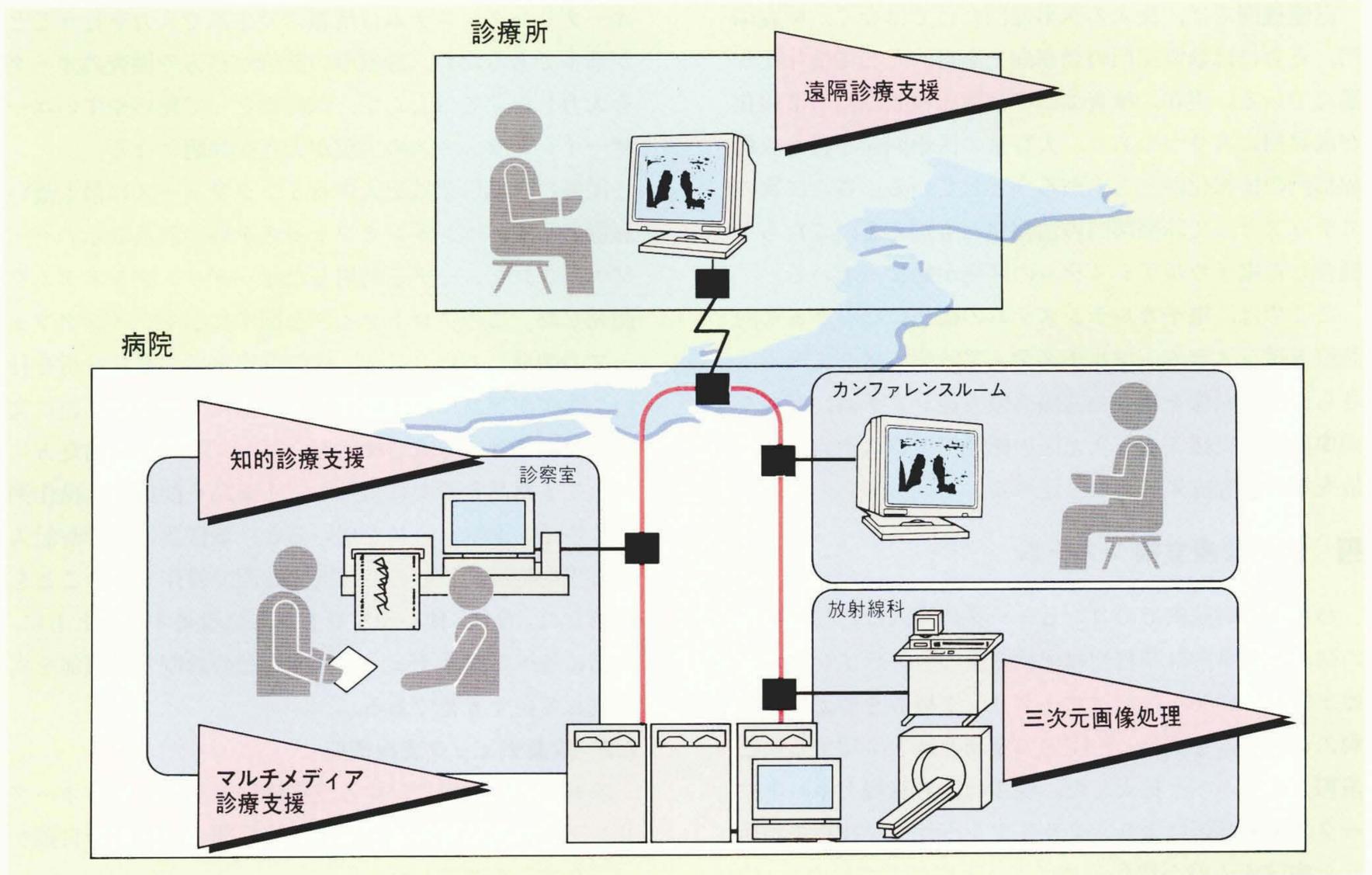


医療の高度化を支援する情報システム

Current Research Topics in Medical Information Systems

松尾仁司* *Hitoshi Matsuo* 橋詰明英*** *Akihide Hashizume*
佐野耕一** *Kōichi Sano* 小池功一**** *Kōichi Koike*



高度医療情報システム研究の概要

コンピュータとネットワークの活用により、病院内の診療支援システム、施設間の診療支援システムの実現に向け研究を推進している。

高齢化社会と高度情報化の到来を迎えて、医療の分野でもいっそうの質の向上を目指し、高度な情報システムの活用を図っている。現在注目を集めているインフォームドコンセント(患者に対する十分な説明と同意)に代表されるように、医療情報の共有は医療関係者だけでなく、患者にとっても重要な課題となっている。

日立製作所はこれらのニーズにこたえるため、安全で信頼性の高い次世代高度医療情報システムの研究開発に積極的に取り組んでいる。ここでは最新の

研究成果の中から、(1) 診察室での医師の診療を支援する、紙感覚で操作可能なペン入力知的診療支援システム、(2) 検査などの指示、結果の確認、放射線画像・聴診音などの記録・再生を可能にするマルチメディア診療支援システム、(3) 離れた場所で画像を参照しながら行うカンファレンスを可能にし、高度の医療が提供できる遠隔診療支援システム、(4) 患部の立体的構造観察を三次元で自由に操作可能にし、高度な画像診断を支援する三次元医用画像処理システムについて紹介する。

* 日立製作所 中央研究所 ** 日立製作所 システム開発研究所 工学博士

*** 日立製作所 情報システム事業部 工学博士 **** 株式会社日立メディコ 技術研究所

1 はじめに

高度情報化社会の到来を目前に控え、医療の分野でも情報インフラストラクチャーの活用が急速に活発化している。

医療機関では、従来の医事部門だけではなく、検査部門、さらには診療部門の効率向上を目的として情報化が進んでいる。現在、検査部門では臨床検査部門の情報化が成熟期に入りつつあり、大容量の医療画像を扱う放射線部門の情報化が立ち上がろうとしている。さらに次のステップとして診療部門の情報化とも言える、これらを縫合した電子カルテシステムの開発が始まっている。

ここでは、電子カルテシステムの構想につながる知的診療支援システム、マルチメディア診療支援システム、さらに医療画像を用いた遠隔診療支援システム、高度な画像診断を支援する三次元医用画像処理システムなど、最先端の研究成果について述べる。

2 知的診療支援システム

わが国の病院内でのコンピュータの導入は、1970年代の初めに医事会計業務や臨床検査室のオンライン化から始まった。1980年代にはオーダーリング機能を加えて部門別のシステムを統合し、院内の業務連携を実現する病院情報システムへと拡大した。現在は、計算機とネットワークの技術革新により、クライアントサーバ技術を利用した病院内の総合情報システムへと発展している¹⁾。病院内の情報の電子化が進むにしたがって、従来困難であった、情報の新しい活用による診療支援機能の実現が望まれている。

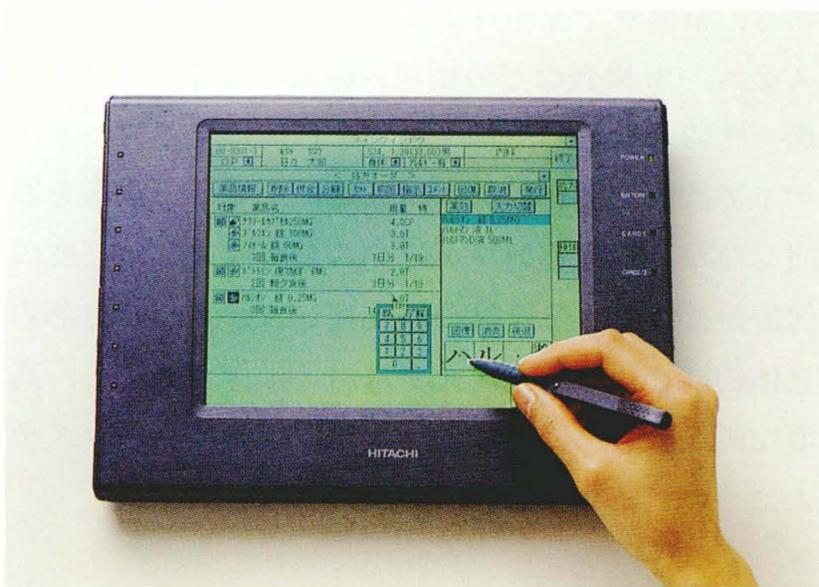


図1 ペン入力オーダー端末
医師が処方オーダーを紙の感覚で入力できる。

2.1 入力支援インタフェース

オーダーリングシステムの導入により、従来伝票で処理していた処方などのデータをオンラインで必要な場所に伝達することができるため、事務の効率化、患者待ち時間の低減などの効果を上げることが期待できる。しかし、オーダーリングシステムは情報の発生源で入力を行うことが基本であるため、診察中の医師が処方や検査のオーダーを入力しなくてはならず、医師にとって使いやすいユーザーインタフェースの実現が大きな課題となる。

従来の、紙伝票に記入するインタフェースに最も近い形態として、ペンインタフェースを持つ液晶表示のパーソナルコンピュータを利用したオーダーリングシステムを開発した。このプロトタイプを図1に示す。インタフェースの開発にあたっては、病院診察室での業務分析を行い、医師が容易に指定できる画面構成、および高速に文字が認識できる方式を検討した²⁾。その結果、前回処方に対して1薬品を新たに追加し、1薬品を削除する操作例でこのインタフェースを用いると、紙伝票に医師が記入する平均時間約13秒の2倍弱の時間で操作できることを確認した。今後、使いやすさをさらに改善するとともに、次節に述べる投薬チェック機能などの診療支援機能を高度化していく考えである。

2.2 投薬チェック支援機能

診察室での医師に対する支援機能として、処方オーダーリング時の薬品情報提示および薬品間相互作用の自動チェック機能を開発した。

薬品には同時に服用すると相互作用による副作用を引き起こす場合があるので、データベースを利用した相互

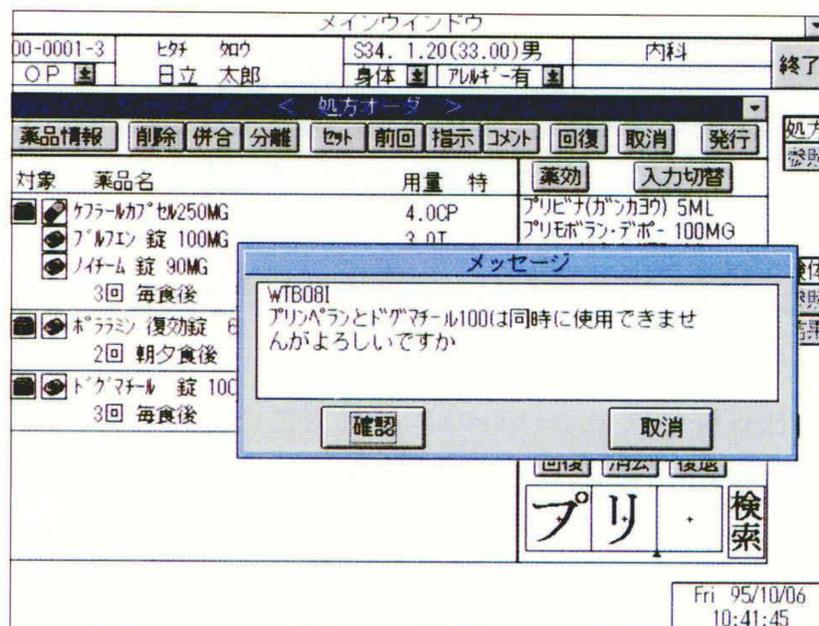


図2 処方オーダー画面の例
薬品相互作用の自動チェックが可能となる。

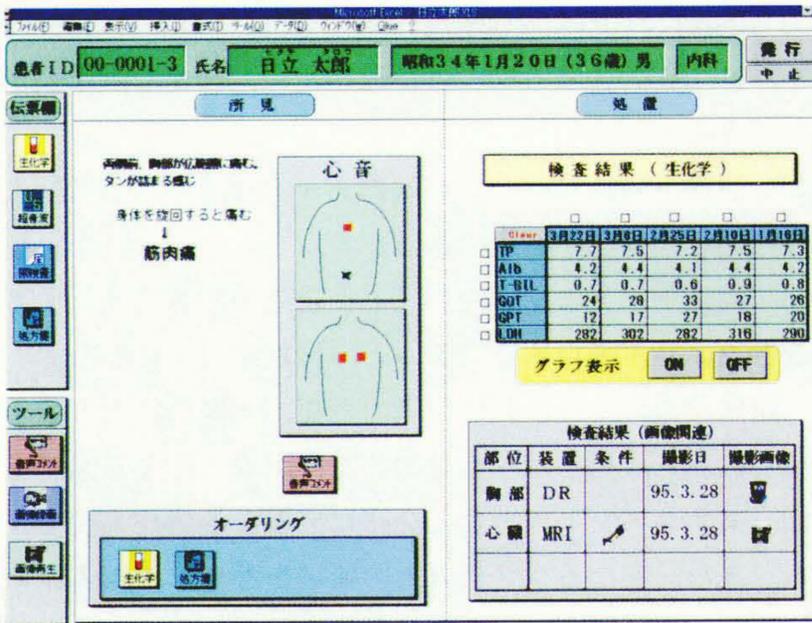


図3 マルチメディア診療支援システムの基本画面

カルテイメージの画面にオブジェクト化した診療情報が記述されており、診療の支援に役立つ。

作用チェックが必要となる。この支援機能では、薬品の相互作用を薬学的分類に基づいてテーブル化し、データベースの作成およびメンテナンスを容易にした。例えば、患者に対してドグマチール錠を処方した後、さらにプリンペラン錠を処方しようとするすると相互作用の警告を自動的に表示する(図2参照)。このように、診療支援システムでは単なる入力データの電子化にとどまることなく、医師が必要とする情報が瞬時に提示できる機能が必要である。

3 マルチメディア診療支援システム

コンピュータの性能向上により、動画像や音声などのマルチメディアを容易に扱える時代が到来した。医療情報では薬品処方等の文字情報だけではなく、X線写真に代表される画像情報、検査結果の時系列変化等のグラフ、聴診等の音声、さらには高度な診断装置を用いて撮影する動画像など多くの情報を統合して管理、参照する必要がある。

3.1 マルチメディア診療支援

医療情報のメディア融合を達成するためには、従来の紙カルテに記載される内容(所見や処置)のほかに、オーダー情報(処方せん、検査依頼伝票、予約など)に代表される各種診療情報を同時に扱い、生化学検査結果や放射線科の画像情報を統合した形で表示・管理できることが必要となる。しかし、医療現場でのマルチメディア情報の提示方法は病院や診療科によって最適な画面構成が異なることが予測されるため、ニーズに合ったインタフェースの作成も容易でなければならない。そこで、このシステムではオブジェクト指向的³⁾な設計思想を取り入れて、

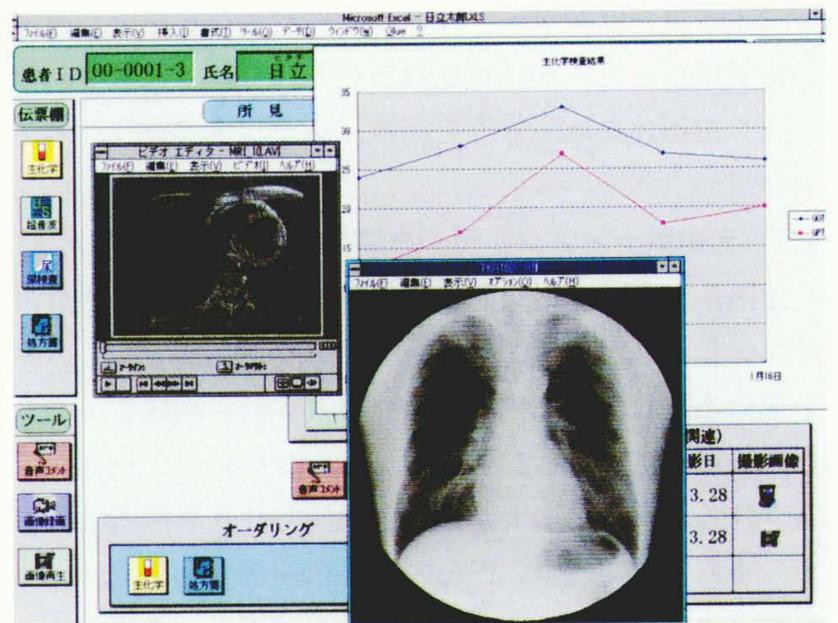


図4 胸部X線画像の表示例

静止画像、動画像情報も参照できる。

データの階層化と各機能のモジュール化を図った。

プロトタイプを行ったシステムの画面構成を図3に示す。同図の画面は統合化されたカルテ情報例を示す。画面上部の患者情報は患者を特定した時点で決定し、すべての画面に共通な項目である。患者に関する情報として病歴のページを持ち、診察日ごとに追記されるページは日付のタグを付けて検索を容易にしている。所見および処置は前回診察時の内容が記載してあり、診察時の心音聴診個所が赤の四角形で示してある。前回の心音はこの場所にオブジェクトとして記録してあるため、四角形を直接クリックすると音を再生することができる。また、問診時の会話や所見内容なども音声コメントとして記録・再生することができる。

音声、動画の記録は「ツール」の欄から部品を選び、「所見」欄に移動した後クリックすることで容易に行うことができる。また、生化学検査や処方などのオーダは「伝票欄」の欄から部品を選択して行う。

前回行った検査結果などは「処置」欄に記録されており、アイコン化されて撮影条件とともに統合されている。胸部のX線DR(Digital Radiography)画像の表示例を図4に示す。MRI(Magnetic Resonance Imaging)による心臓の動画像も再生することができる。

以上のように、このプロトタイプでは、オブジェクト指向技術を用いて、一つの画面上に複数のメディアからのオブジェクトを統合して記録することができる。

4 遠隔診療支援システム

近年、公衆回線で遠隔地の医師に画像を伝送し、専門

医によるコンサルテーションや症例検討などを行う遠隔診療支援システムが注目されている。特に、大量の画像データを用いた遠隔診療を高速、かつ安全に行うシステムが求められている。

4.1 光磁気ディスクを用いた遠隔診療支援システム

遠隔診療では、伝送画像を端末に表示した後、共有ポインタなどを用いて注目領域を双方で指示しながら診療を進める。したがって、端末間は大容量の画像データと連携機能処理する制御データとの2種類のデータが伝送される。東京工業大学の大山教授と日立製作所は共同で、それぞれの端末にIS&C^{*)}(Image Save & Carry: 医療用光磁気ディスク)ドライブを設置し、画像データはIS&Cで伝送し、制御データだけをN-ISDN(Narrow-Band Integrated Services Digital Network)(64 kビット/s)でオンライン伝送する構成法を開発した⁵⁾。試作したシステムの概要を図5に示す。

双方の端末にIS&Cをセット後、一方の端末で所望の画像を選択すると、IS&Cから選択画像を読み出して表示するとともに、その選択情報を回線経由で別の端末に伝送し、もう一方の場所でも同一画像を読み出して表示する。その後は、操作情報だけをデータ通信し、連携診療を行うことができる。

このシステムは以下の特徴を持つ。

※) IS&Cは、財団法人医療情報システム開発センターの登録商標である。

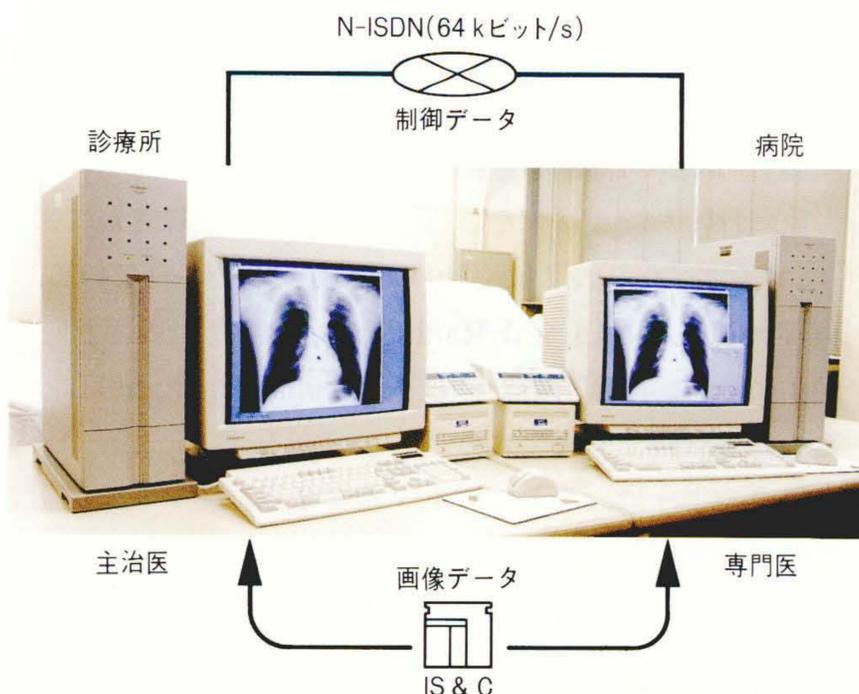


図5 遠隔診療支援システムの概要
ISDN回線で病院と診療所の連携を可能にした。

(1) IS&Cの読み出し速度は毎秒数百キロバイト程度と、N-ISDNよりも約二けた速いため、高速な画像表示ができる。

(2) 回線上の伝送データが制御データなので、患者個人情報漏れの問題が回避できる。

(3) 制御データのフォーマットや伝送手順を共通化することにより、異なるシステムとの接続が可能になる。

連携診療のため、濃度階調の変更、画像の拡大・縮小などに加え、指示ポインタの共有、マウスによる図形描画、文字コメント入力など会議に必要な機能が実現できる。また、異なるシステムとの接続を考慮し、端末間の性能差があっても、両端末の動作を確認しながら、表示タイミングを同期することができるようにした。端末画面の一例を図6に示す。同図の中央が画像表示で、右は濃度階調変更のウィンドウである。実験の結果、従来数分かかって伝送していた2Mバイトの画像をわずか4秒で表示し、期待どおりの高速性を得た。また、共有ポインタなどをリアルタイムで操作することができ、表示タイミング同期により、端末間に性能差がある場合でも、表示がほぼ一致できることを確認した。

5 三次元画像処理システム

三次元画像処理は、診断での有効性の認識が高まるとともに、治療への応用が活発に行われるようになってきた⁶⁾。診断分野では、頭蓋(がい)骨や骨盤股関節などの複雑な骨の三次元形状の直観的な把握のほかに、三次元走行の血管系と周辺臓器、腫瘍(しゅよう)の関係をカラーで合成して表示するなどして、よりの確な診断が行える

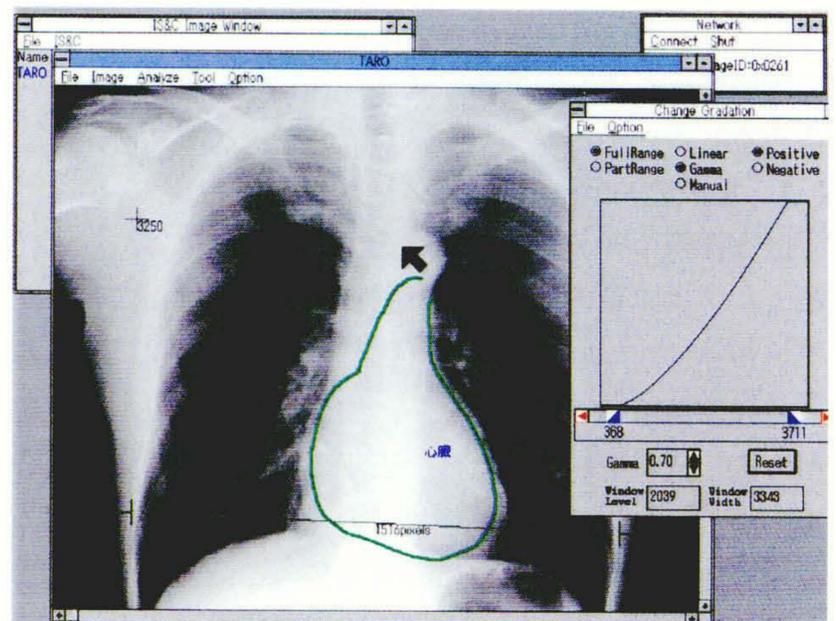


図6 遠隔診療支援システムの画面例

画像処理の遠隔操作と、画面上でポインタなどの共有ができ、遠隔画像診断が効率的に行える。

ようになってきている。治療応用としては、三次元表示結果を基に外科手術や、放射線治療の計画立案をサポートする試みが行われ、有効性が明らかになりつつある。

5.1 三次元画像処理システムの概要

開発中の三次元画像処理システムを図7に示す。医用三次元画像処理を操作性の良いヒューマンインタフェースで効率よく動作させることをねらって、(1)対話的三次元画像作成・表示機能、(2)任意切断面表示機能、(3)画像比較参照表示機能、(4)シネ(アニメーション)自動作成・表示機能、(5)関心領域抽出機能、(6)抽出領域合成表示機能の6機能を開発した。

このシステムは汎(はん)用ワークステーション上で動作し、次のような特徴を持つ。

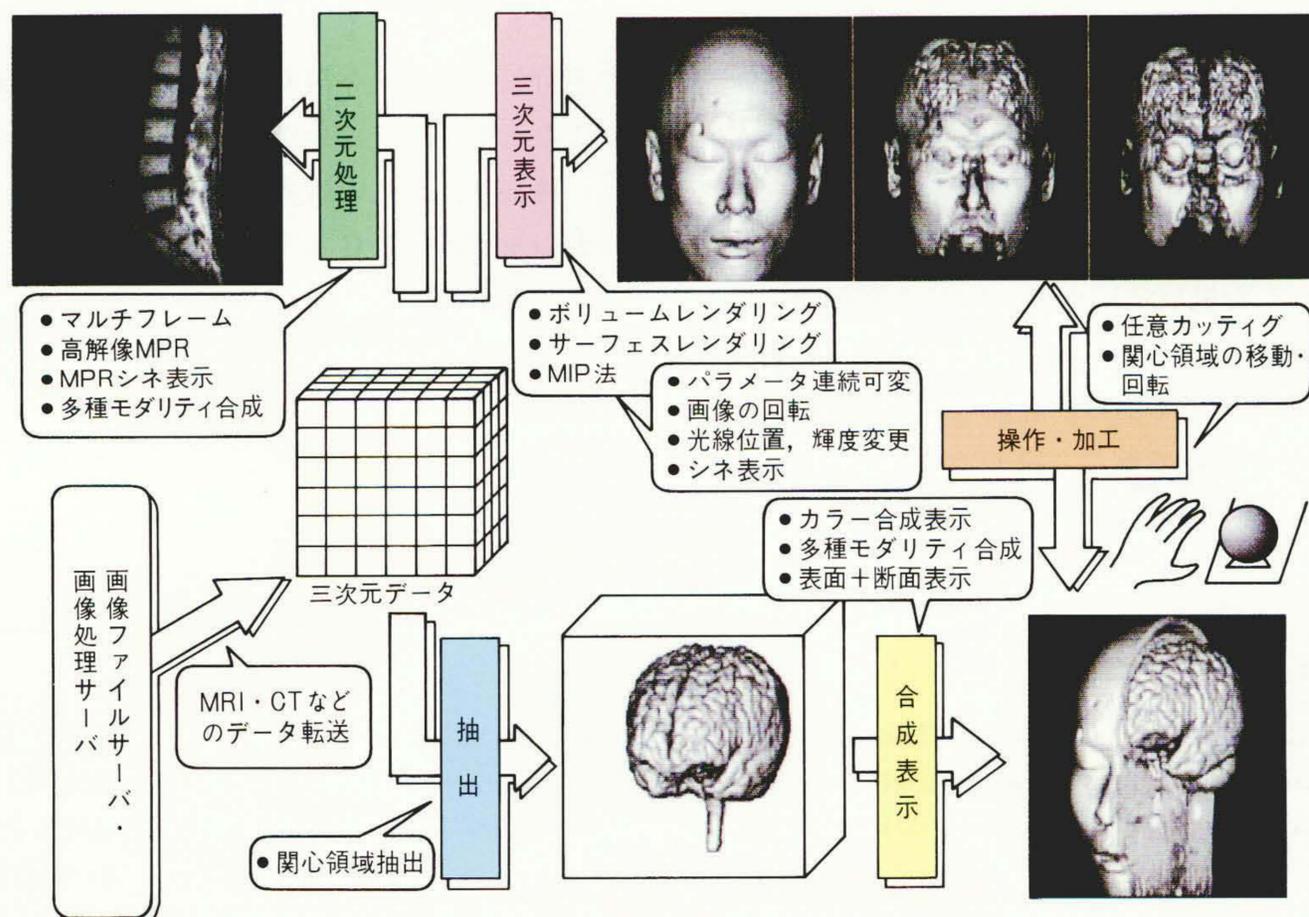
- (1) 高速かつ高画質なボリュームレンダリング法による対話的な三次元画像表示
- (2) 三次元リージョンングローイング(領域拡張)法による関心領域の半自動抽出
- (3) 部品化された抽出結果に基づく多様な半透明合成表示

その特徴的な技術、および臨床への応用について以下に述べる。

5.2 三次元画像表示

X線CT(Computed Tomography)やMRIなどの装置で計測した三次元データはCG(Computer Graphics)のベクトル型データと異なり、ラスタ型のボクセルデータである。ボクセルデータを直接扱って高画質な表示が行える手法としてボリュームレンダリング法がある。データはボクセルと呼ばれる半透明の微小な直方体の集合によって構成されると考える。半透明のボクセルを光が透過するとき、光の透過量が増加する割合として、各ボクセルに対して不透明度を定義し、そのときボクセルから反射される光の総和によって投影面のピクセル値を決定する。

この手法は、画質が優れている反面、計算量が非常に多く、処理時間を大量に消費するという問題があった。そこで、背景などのむだな表示領域を推定してその計算量を減らすことにより、ソフトウェア上で約一けたの高速化を達成し、256の3乗ボクセルのデータで約3秒程度と、ほぼ実用レベルの性能を出せるようにした〔HP9000/735:124 MIPS(Million Instructions per Second)使用時〕⁷⁾。



注：略語説明 MPR (Multi-Planar Reformatting), MIP (Maximum Intensity Projection)

図7 三次元画像処理システムの概要

医用画像の三次元的な加工と表示が可能となり、画像診断の高精度化につながる。

5.3 関心領域抽出

三次元データを対象に二次元データごとに関心領域を抽出し、スライス間にまたがる三次元的な形状を精度よく抽出するにはユーザーにたいへんな労力を強いる。そこで、領域の三次元的な連結性に着目して領域を抽出する三次元リージョンローイング法で、ノイズとなるあふれ領域を推定し削除する逆リージョンローイング手法を新たに開発した。この手法により、次のような特徴を持つシステムを実現した。

- (1) 三次元リージョンローイング法を用いることにより、短時間で効率よく三次元データが抽出できる。
- (2) 抽出過程を三次元画像で、リアルタイムモニタリングすることにより、的確に抽出することができる。
- (3) リージョンローイング法であふれた領域を、逆リージョンローイング法を適用することにより、非関心領域の誤り抽出領域を効率よく削除することができる。
- (4) スライス画像とそのスライスの抽出結果を交互に同じウインドウに表示することで抽出結果が確認でき、さらにその画像上で抽出結果の修正を行うことができる。

5.4 診断、治療への応用

腫瘍の悪性・良性の診断の際、腫瘍周辺の血管の走行状態の情報は非常に有用である。また、患部摘出手術で、血管や神経をできるだけ残して患部を摘出することは、非常に大事である。このようなことから、患部と患部付近の血管を正確に三次元表示することが必要になる⁸⁾。

腹部X線CTデータを対象に、診断や肝腫瘍摘出手術に有用な患部付近の血管の三次元表示にこのシステムを応用した例を図8に示す。“CT-W3000”（株式会社日立メディコ製）で撮影した動脈造影画像と門脈造影画像を基に、動脈・腫瘍（赤）と門脈（青）をそれぞれ抽出し、骨領域とカラー合成したものである。肝腫瘍に血液を供給する動脈血管の様子が確認できる。以上のように、患部と

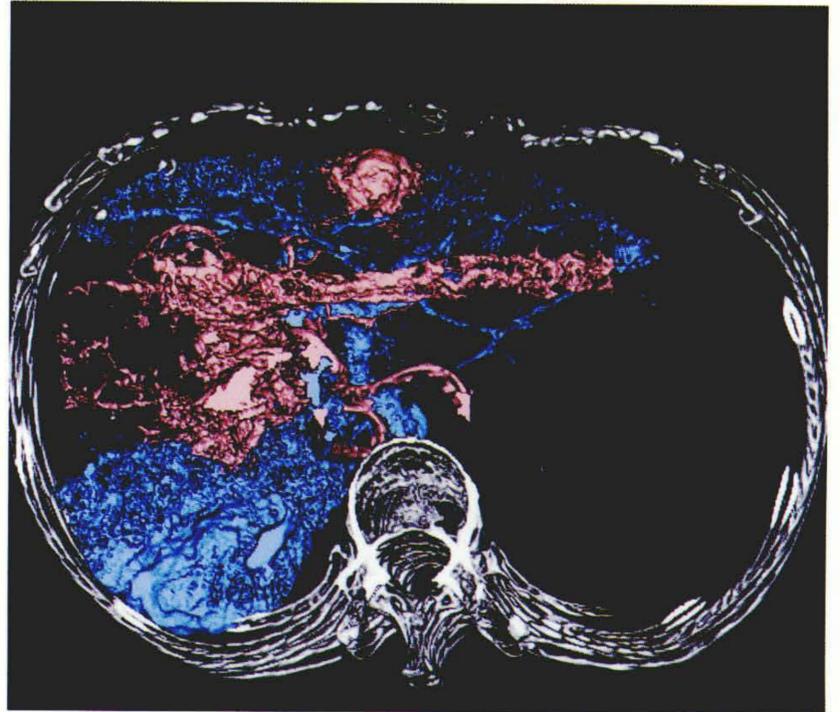


図8 三次元画像表示の例

肝腫瘍、動脈（赤）、門脈（青）、および骨領域を合成表示した例であり、総合的な診断が可能となる。

患部付近の血管を三次元表示することにより、診断や手術計画の際に有用な情報を表示することが可能になる。

6 おわりに

ここでは、次世代の医療を支援する高度医療情報システムの研究について述べた。医療の質向上のためには「いつでも・どこでも・だれにでも」提供できる情報支援が不可欠であり、今後も医療関係者と患者双方のニーズにこたえるシステムの研究を推進していく考えである。

終わりに、この研究を進めるにあたり、東京工業大学大山永昭教授、日本医科大学小林尚志助教授、宮崎医科大学朝戸幹雄医師、および日立総合病院岡裕爾副院長からご指導をいただいた。ここに深く感謝する次第である。

参考文献

- 1) 田中，外：次世代医療情報システム，医典社，(1990-10)
- 2) Aisaka, et al. : User Interface Design and Evaluation for Electronic Medical Record System, MEDINFO95, 781~784 (1995-7)
- 3) 筒井，外：病院情報システムへのオブジェクト指向技術の適用(2)-評価-，情報処理学会，第50回全国大会(1995-3)
- 4) 大山：画像の電子保存とIS&Cシステム，新医療，21，7，36~40 (1994-7)
- 5) 伴，外：光磁気ディスクを用いた遠隔診療支援システム，Medical Imaging Technology (1995-7)
- 6) 佐野：医用における3次元画像処理とその応用，シミュレーション，Vol.12，No.4，18~26(1993-12)
- 7) 及川，外：3次元画像診断支援システムの開発，Medical Imaging Technology (1994-7)
- 8) 小林，外：高速三次元CTの臨床応用，臨床検査，36，1025~1027(1992)