

医療とコンピュータ

Vol.9 No.5

株式会社日本電子出版

<http://www.epj.co.jp/medcom/>



特集

コンピューター
支援外科
ー現状と展望ー

インターネット技術と コンピュータ支援外科

横井茂樹

(名古屋大学情報文化学部 自然情報学科)

はじめに

インターネットは現在急速に発展しつつあるネットワークメディアである。デジタルデータを世界中で自由にやりとりできる点は新しいメディアとして大きな特徴となっている。この点では、従来の医療情報データベースや、情報システムとの関連が大きい。本格的なコンピュータシステムを導入しなくても、オフィスのパソコンから容易に世界中のコンピュータと情報交換ができる、また、ワークステーションを用意して、サーバーを立ち上げることにより情報を世界に向けて発信する（外から、情報を見られるようにする）ことも容易にできる、などの点で極めて身近な手段として可能性が高い。1989年にCERN（欧州共同原子核研究機関）において、WWW（World Wide Web）という新しいデータベースのしくみが考案され。これは、画像や音声を含んだ文書（拡張文書：ハイパーテキスト）をデータとして表現できるとともに、文書の間に関連づけ（リンク）を行うことができ、関連した文書を容易に読み出せるしくみである。ネットワークで接続された世界中のコンピュータの文書はWWWの規則に従って格納されておれば、どこからでも読み出せ、また、文書（データ）の関連づけも世界中のコンピュータの文書間で行うことができるものである。現在、世界中

の様々な機関が、それぞれの固有の情報を自分のサーバーコンピュータ上に公開しつつあり、情報の宝庫とも言える状況が作られつつある。また、この方式で自分の情報をデータとして公開しておけば（ホームページと呼ばれる）、世界中のコンピュータから情報にアクセスされるため、世界に向けた情報発信の手段としても有効である。インターネットは利用者の広がりとともに技術の発達も著しく新しい応用も広がりつつある。外科の分野においても情報により医療をサポートする役割を担うものと考えられ今後の発展が期待される。ここでは、インターネット技術を活用した情報公開、情報共通化の研究動向をコンピュータ支援外科への利用の視点から解説する。

インターネットにおける医療情報の公開・提供

インターネットのWWWを利用して様々な医療情報が公開されている。すでに多くの解説があるのでここでは簡単に紹介しておく。

(1) 病院紹介

病院の内容について紹介するホームページ。たとえば、バンダービルト大学の一般外科部門では、部門の



概要から始まって、診療の内容、所属スタッフの紹介が掲載されており、リンクをたどれば、研究報告や、医療画像データなどのネットワークを通じて取り出せるデータが公開されている。

(2) パーチャル医療情報センター

ネットワーク上に存在する様々な医療情報を整理して紹介している。内容は医療機関名、教育素材、症例、医学コース紹介、テキストや文献の紹介、医用画像のデジタルビデオなど多岐にわたっている。それぞれのデータが、実際に存在する場所がすぐに呼び出せるようにリンク（関連データのありかを示す接続情報によりすぐに検索が可能なくみ）がはられており、必要な情報はすぐに実際のデータファイルを読み出して見ることが可能である。

(3) オンライン雑誌

インターネット上でデータファイルとして公開されている医学雑誌が数多くできつつある。一例として Journal of image guided surgery は次のような内容になっている。この雑誌は、会員になっていない人もネットワークから一部の情報にはアクセスできるが、重要な部分は会員登録をしていないと読めないようになっている。雑誌の内容は、トピックスや、研究論文などの通常の雑誌と同じような内容を持つとともに、医学データや外科プロセスのデジタルビデオを供給しており、これは、ネットワークを通じて自分のコンピュータに取り出すことができる。会員のネットワーク上での論文投稿や情報交換などもサポートしており、医学雑誌の新しい形態として興味深い内容になっている。

(4) パーチャル人体ブラウザと画像ライブラリ

人体のCTやMRIなどの3次元画像データをファイルにおき、これをネットワークを通じてオンラインで様々な視点で観察できるデータベースがいくつかの機関で構築されている。また、X線、超音波、CT、などの様々な画像データがライブラリとして公開されており、簡単にデータを取り出せる。

(5) その他

医薬品情報、がん、エイズ、遺伝子情報、病原菌情報など様々なトピックスに関し医学知識のデータベースが構築され公開されている。また、国際会議案内、報告、医療機器の広告、病院スタッフの募集など様々な医療情報がインターネット上に公開されている。インターネット上での国際学会の試みも行われており、電子メールによる演題の受け付け、WWWによる演題の提示、電子掲示板による討議など新しい研究コミュニケーションの場としての可能性が指摘されている^[4]。

インターネットにおける高度技術と医学への応用

通常のホームページはHTML(HyperText Markup Language)で書かれたものである。このHTMLは、通常のテキストに文書のレイアウトや字体を指定する表現が加えられた言語である。これに、画像や音声を加えることもできる。しかしこれだけでは、一方的に送られてくる情報を受け取るだけの静的なホームページであった。最近の新しい技術を使うことによって、インターネット上での動きや対話性のあるホームページを制作することが可能になった。ここではとくに有用性が高いと思われる技術とその医学応用の事例について紹介する。

リアルタイム情報伝達

音声や動画といった比較的大きなデータは、従来ユーザ側のコンピュータに全てダウンロードした（読み込んだ）後で再生する必要があった。しかし、ストリーミングという新しい技術によって、データを読み込んでいる最中に、再生することが可能になったため、リアルタイムな情報伝達が可能になった。

(1) リアルタイム音声、動画像

上記の技術を具体的に実現したRealAudio、VDOLive

などのソフトウェアは、視聴用ソフトをインストールしておけば、リアルタイムに音声や、動画を視聴できるようにする。この技術の医学への応用事例としては、ウイスコンシン大学病院などが提供する「Health-Line」^[2]において、AIDS、癌など多岐にわたる医療情報をReal Audioによるリアルタイム音声再生技術を使って音声で流している。

(2) テレビ会議

CU-SeeMeに代表されるテレビ会議ソフトウェアをインターネットに接続されたそれぞれのコンピュータにインストールしておけば、(A) ポイントツーポイント会議：インターネットを介した2台のコンピュータを1対1で結び映像による会話ができる、(B) グループ会議：リフレクタと呼ばれるソフトが稼働するサーバにつなぎ多人数の会議を行う、(C) ブロードキャスト会議：テレビ放送に似た1対多の一方通行放送、という3種類の会議がリアルタイムに行える。医学応用としては、「ようこそTokapiyo's Hospitalへ」^[3]で、CU-SeeMeと電子メールを用いて、実際にインターネット上で初診時の助言としての診断を行っている。

(3) リアルタイム会話 (Chat)

テキストや声でお互いがリアルタイムに通信するシステムがあり、テキストチャット、ボイスチャットと呼ばれている。このテキストや音声のチャットを使うことにより、気軽に直接的なコミュニケーションを実現することができ、医療相談や、患者同志の対話の場としての活用が期待される。

対話的なホームページ

通常のHTML文書のホームページは、一方的に情報を公開するだけのものであった。ところが、ホームページが格納されているコンピュータ側(サーバ)に特別な機能を用意しておくことにより、ただ見るだけのホームページではなく、ユーザーが参加できて新たな情報をサーバに提供する、それを処理して結果を返す、

という双方向の情報のやりとりが可能になった。このような対話的処理を可能にする新しい技術として次のようなものが開発された。

(1) CGI (Common Gateway Interface)

ユーザからの要求をホームページ側のコンピュータに伝え、その要求を記録したり、表示内容を変更する仕組みで、具体例として、日付や現在時刻などを表示したり、訪問者登録やアンケートなど利用者からの情報提供を求めたりするホームページによく使われている。医療への応用例としては、日本医療相談センターの「Web医療相談へようこそ」^[4]では、CGIで作成した相談用フォームを使って、医療相談をインターネット上で受け付けている。また、医療相談の質問内容を、プライバシーに配慮した形で公開している。

(2) Java

Sun Microsystems社が開発した、ネットワークを強く意識したプログラム言語である。Javaはコンピュータの機種やOSに依存せず、プログラムの実行をユーザ側のコンピュータで行うため、セキュリティ関連に強いなどの利点がある。これにより、ホームページにプログラムを組み込め、ユーザがホームページにアクセスしたとき、そのプログラムが作動することにより動きのあるホームページを作成することができる。医学応用の例として、Syracuse Universityで開発されたNPAC(Northeast Parallel Architectures Center) Visible Human Viewer^[5]によって医療画像を見ることができる。このViewerは、メインパネルに4つのコントローラ、1つのウインドウに1つのコントローラから構成されている。これらを使って、The Visible Human male^[6]のいかなる部分のスライスデータでも、3つの異なった見地から細かくみることができる。

(3) Shockwave

Macromedia社が開発したShockwaveは、同社の代表的なマルチメディア制作ツールであるDirectorなどで作られた作品を簡単な変換技術によりインターネットに



載せることができる技術である。動画・音声の再生の他にもマウスクリックによるインタラクティブなホームページを作成することができる。

日南歯科医師会のホームページ「さきちゃんのはみがき」^[7]では、画面上の歯ブラシをクリック、あるいは、ドラッグすることによって、歯ブラシを動かすことができ、それに合わせて歯を磨く音がし、次第に歯がきれいになっていく。簡単な2次元CGによるアニメーションではあるが幼児教育に役立っている。

三次元データのホームページ

本説で述べる技術により、ホームページに三次元世界が表現出来るようになった。例えば医療応用では、MRI、CTからの連続断層像をWWW上で三次元モデルとして提供でき、臨場感のある三次元医用画像をインターネット上で公開することができる。

(1) QuickTime VR

Apple社が開発したパノラマ写真を応用して仮想空間を構築する技術である。立地点は制限されるが、その立地点からは周囲の風景を見渡すことができる。後述するVRMLと比べると、視点移動は大幅に制限されるが、三次元データではなく写真やビデオを利用して三次元ホームページを作れる利点がある。米ゼネラルエレクトロニクス社^[8]が大腸の内面を中心地点から360度みわたすパノラマタイプのものと、あるひとつのオブジェクトの周りの360度を撮った写真を利用してつくるオブジェクトタイプの体幹の骨格などを提供している。

(2) VRML1.0 (Virtual Reality Modeling Language)

インターネット上で三次元空間や物体を記述する言語である。三次元空間を自由に移動できるが、物体自体は動かない静止世界の記述言語である。Biomedical Imaging Resource^[9]のホームページでは男性の骨盤など多数のVRMLデータを公開している。

(3) VRML2.0

VRML2.0はVRML1.0を拡張した言語で、壁を突き抜

けてしまうといった問題点に対して衝突検出機能が加わり、物体の動作や動きを与えたり、音やビデオを付加したりすることも可能になった。

医学応用例として、Syracuse Universityで開発中のNPAC Visible Human Viewer^[10]があり、The Visible Human maleのデータを用いて、人体の標本から断面図を抜き出して見るができる。Viewerを呼び出すと、三次元の人体の標本と小型モニターが現れ、標本はマウスクリックにより、骨格か、皮膚のついたものかに変換できる。また、その標本に対して水平にあるスライドを、ドラッグによって自由に動かすことができ、好きな位置にスライドを移動させるとその部位の断面写真が小型モニターに表れる。さらに、それをクリックすると拡大された断面写真を見ることができる。

インターネットにおける医療情報の共有のための標準

医療関係の情報やデータがインターネットなどのデジタルネットワークを介して相互利用できるのであれば、医療の効率化や高度化に大きく役立つと思われる。しかしながら、情報の共同利用を可能にするには、情報が共通の規則にしたがって表現され伝送されてもそのままの形で利用できることが望まれる。このためには情報の表現や記憶のための標準規則の確立が重要である。ここでは各種医療情報を表現するために用いられる可能性がある規格について述べる。

(1) 画像データの共有のための共通規格

DICOM (米国) : 米国ではACR(American College of Radiology)と NEMA(National Electrical Manufacturers Association)の共同委員会の作業に基づいて、1992年の北米放射線学会(RSNA)において医用画像の標準フォーマットDICOM (Digital Imaging and COmmunications in Medicine) が策定された。これはCT、MR、超音波など各種診断画像とその付随情報を相互に通信するための共通規格である^[11]。

医用画像の電子保存に関する共通規格（日本）：日本では1989年より日本PACS研究会とし財）医療情報システム開発センターが共同して医用画像のファイリングシステムの調査研究を行い、1991年から1992年にIS&C規格として発行した。この規格に基づき、1994年医用画像情報の電子保存に関する共通規格1を公開した。1995年より米国DICOMのデータフォーマットを用いる共通規格の作成について検討を行い、医用画像情報の電子保存に関する共通規格2を作成し、いくつかの仕様追加、変更を加えた後、医用画像の電子保存に関する共通規格を作成した^[12]。

（2）電子カルテの標準化

電子カルテとはカルテ（診療録）を電子的に記録し、保存したものであり、標準化によりデータの共通利用が可能となる。この結果、患者の別の医療機関への診療、診療報酬請求明細書作成、患者調査など多目的に利用可能である。（財）医療情報システム開発センターでは、平成7年度より電子カルテ研究開発事業を国から受託して電子カルテの方式の開発プロジェクトを行っている^[13]。

（3）文書データの記述の標準化

雑誌や書籍などのようにレイアウトされた文書を、電子的に記録し、インターネットでもホームページで公開することが可能な電子化文書表現が開発されている。その代表的な二つの技術について述べる。

SGML（Standard Generalized Markup Language）：1986年に国際規格(ISO8879)に制定された電子的な文書を扱うための計算機言語で、文書データの多角的利用と異機種間の文書交換を目的とした文書の表現形式である。SGMLは、出版形式の文書を電子的に記述可能であり、文書のレイアウトや字体、字の大きさ等の表現ができる。このSGMLは文書のデータベースの標準規格として定着しつつある。電子カルテの表現にも利用されている。

医学における例としては、Massachusetts Medical Society^[14]がThe AIDS Knowledge Baseというエイズに関する教科書を様々な形態で出版するため、刻々と変わる治療法や情報に対して迅速な編集を行うためにSGMLが適用された。AIDS Knowledge Baseの全文のデータベースをSGMLの形式で作成し、これを変換して紙の上に印刷し通常の教科書として出版する、必要な変換をしてCD-ROM版を出版する、オンラインデータベースとして供給する、という三通りの出版を行っている。

PDF（Portable Document Format）：Adobe社が開発した文書を電子配布するためのフォーマットで、PDFは企業が開発したフォーマットであるが、デファクトスタンダード（実質的な標準）として定着しつつある。PDFファイルを見るためには、無料で配布されているAcrobat Reader（閲覧用ソフト）が必要である。PDFもSGMLと同じく出版形式の文書表現が可能である。SGMLは文書を利用可能な形に仕上げるのに膨大な手間を要するため、専門家でなくてはSGML化するのは難しいといった問題点がある。PDFにはOS、作成元ソフト、フォント、ディスプレイ、プリンタに依存せず、作成者の意図したレイアウトで表示やプリントアウトができ、また、ファイルサイズが小さく、マルチメディアデータを文書内で容易に扱えるなどといったメリットを有している。

（4）3次元データ記述の標準

機械設計などの3次元CADデータ標準としてIGES（Initial Graphic Exchange Specifications）が普及しているが、医用3次元データ自身ではなく、コンピュータ処理して抽出した表面データの記述に向いている。一方、インターネットのホームページ（文書）記述言語HTMLを3次元空間の記述に拡張した記述言語VRML（Virtual Reality Modeling Language）が制定され、3次元ホームページが作られつつある。光造形データの標準規格は日本コンピュータ支援外科学会の委員会において検討が進められている。



(5) 医療物品調達データの標準

病院内で利用する薬剤や物品の調達を書類の形にせず、コンピュータ上で入力し、ネットワークを通じ電子的に行うシステムが開発され発展しつつある。一般に電子的な受発注のシステムを電子データ交換（EDI—Electronic Data Interchange）と呼ばれている。分野ごとに標準規格が確立されてきたが、医療業界でも病院EDIが進められつつある。このようなシステムはペーパーレス化を進めるとともに、病院スタッフの仕事の軽減に役に立つ。なお、EDIシステムは従来専用のネットワーク（VAN）を用いて構築されるのが通例であったが、インターネットの発達により、インターネットを利用したEDIのソフトが開発され、パソコン上で動く低価格のシステムの構築が可能であり、小病院への導入も可能であり今後の普及が期待される^[15]。

インターネット利用の課題

コンピュータネットワークは色々な新しい可能性をもたらしているが、本格的な利用に向けての問題点も残されている。大きな問題としては、ネットワークを通じてデータが容易に転送でき、全く同一の内容のものがコピーできてしまうことであり、このためにデータや情報の著作権者の権利を守るための法律や技術が検討されている。もう一つの問題点は情報の保護（セキュリティ）である。医療データは患者の情報を含んだものであり、患者のプライバシーを保護するという点から情報の盗用を防ぐことは重要である。また、ネットワークを通じて医療情報システムに侵入し、貴重なデータやシステム自身を破壊するハッキング（クラッキング）を防ぐことも重要である。

参考文献・ホームページ

- [1] 村瀬澄夫：「インターネットと生物・医学国際学会」、日本ME学会雑誌、Vol.10,N0.2 pp.50-54(1996)
- [2] <http://www.biostat.wisc.edu/infolink/ihg/healthline/h-line.html> (University of Wisconsin Medical Informatics; Health Line)
- [3] <http://www.coara.or.jp/takapiyo/my.html>(ようこそTakapiyo's Hospitalへ)
- [4] <http://www.ikamera.com/mail/doctor.cgi>(日本医療相談センター；Web医療相談へようこそ)
- [5] <http://www.npac.syr.edu/projects/vishuman/VisvleHuman.html> (Northeast Parallel Architectures Center at Syracuse University; The NPAC Visible Human Viewer)
- [6] http://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html (NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE；The Visible Human Project)
- [7] <http://interserver.miyazaki-med.ac.jp/dental/nichinan/shock/saki.html>（日南歯科医師会；さきちゃんのはみがき）
- [8] <http://www.crd.ge.com/esl/cgsp/projects/video/qtvr/index.html> (GE社;Scientific Movie Library-QuickTime VR)
- [9] <http://www.mayo.edu/bir/home.html>(Biomedical Imaging Resource)
- [10] <http://www.npac.syr.edu/projects/3Dvisiblehuman/VRML/VRML2.0/MEDVIS> (Northeast Parallel Architectures Center at Syracuse University; The NPAC 3D Visible Human Viewer)
- [11] S.C.Horii,F.W.Prior,W.D.Bidgood,Jr,C.Parisot,G.Claeys: "DICOM: An Introduction to the Standard", <http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/dicom-intro/DICOMIntro.html/>
- [12] (財)医療情報システムセンター（MEDIS-DC）ホームページ <http://www.medis.or.jp/>
- [13] 開原成 電子カルテ開発プロジェクト <http://www.medis.or.jp/>
- [14] 根岸正光、石塚英弘：SGMLの活用、オーム社、東京 (1994)
- [15] 前川徹：サイバースペースとアメリカ情報産業、(株)スパイク発行、(1997)