

インターネットの WWW を用いた矯正歯科診断指導システム

遠藤 教 昭[†] 佐藤 亨 至^{††}
 三谷 英 夫^{††} 進藤 浩 一[†]

独自開発の症例分析支援用フリーソフトウェア CEPMS7 を中心に据えて、最近利用者が急速に増加したインターネットの WWW (World Wide Web) を利用した矯正歯科診断指導システムを試作した。本システムの目的は、特殊な高速通信設備を持たない遠隔地の医師がベテラン医師の指導を受けられるようにすることである。そのため、比較的低速な回線（一般電話または ISDN）経由で利用することを前提として実用性を検討したが、実際の運用が十分可能なことが判明した。インターネットを用いた診断指導は一般の難治症例に有用なのはもちろんだが、特に外科的矯正治療が必要な症例に使用すれば便利である。本システムで作成された WWW ページは、広域的なスタディグループなどで共有して教育的な利用を行うと有意義であり、そのコンセプトは他の医療分野に対しても広く適用可能であると考えられる。

Orthodontic Diagnosis Supporting System by Internet WWW

NORIAKI ENDO,[†] KOSHI SATO,^{††} HIDEO MITANI^{††}
 and KOICHI SHINDO[†]

We developed a trial version of orthodontic diagnosis supporting system using Internet WWW (World Wide Web). The main software is CEPMS7 which originally developed by the authors. The aim of this system is that doctors anywhere can be advised by well-trained doctors. The performance of file transfer was indeed when we tried this system using ordinary telephone lines. Orthodontic diagnosis supporting system by WWW is useful when it is used for the diagnosis of a patient whose treatment is rather difficult, especially one who needs orthognathic surgery. Educational use of this system by the study groups whose members exist in wide area would be useful. And the concept of this system could be applied to any other medical fields.

1. はじめに

大学の歯学部を卒業して歯科医師免許を取得したばかりの歯科医が、矯正歯科治療を本格的にマスターするには、少なくとも数年の研修が必要であると考えられる。日本矯正歯科学会の認定医となるためには、研修機関における研修に加え 5 年の会員歴や一定の業績などが必要であるが、それが上記の論拠である。しかしながら、諸般の事情で 2~3 年の卒業教育プログラム¹⁾を終えてから大学を離れ、一般歯科治療のかたわら矯正治療を行っている人も少なくない。そして、その後に矯正専門医として開業する場合もある。

このような歯科医が独力で診断、治療を進めていく場合、当初は未経験の難治症例に遭遇し苦勞することも多いと思われる。そのためか、遠隔地で開業している歯科医がわざわざ大学に来てベテランの矯正医に相談するのも、けっして珍しいことではない。直接会って相談できればまだいいが、時間的な制約などで電話相談くらいしかできないことも多いであろう。

そのような状況に鑑み、著者らは独自開発の症例分析用フリーソフトウェアと WWW (World Wide Web) を中心に据えて、矯正歯科向けの診断指導サポートシステムを考案した²⁾。このシステムは、指導者が近くにいない歯科医の矯正診断をインターネットでサポートするという新しい概念を示したが、当時はインターネットプロバイダの分布が都市部に限られていたこと、WWW のセキュリティ実装技術もあまり一般化していなかったことなど、いくつかの課題が残されていた。

しかし、最近ではそれらの課題もほぼ解決されたの

[†] 岩手大学人文社会科学部
 Department of Information Science, Faculty of Humanities and Social Sciences, Iwate University

^{††} 東北大学歯学部歯科矯正学講座
 Department of Orthodontics, Tohoku University School of Dentistry

で、本研究では初期のシステムに改良を加え、その実用性に関して考察した。本システムの目的は、特殊な高速通信設備を持たない遠隔地の医師がベテラン医師の指導を受けられるようにすることである。そのため、比較的低速な回線（一般電話または ISDN）経由で利用することを前提とした。

2. 診断指導システムに WWW を用いた理由

インターネットは、世界中の学術および商用ネットワークが相互に接続したオープンなコンピュータネットワークである。また WWW³⁾は、インターネット上で情報を共有するために開発され、文字情報のみならず画像、音声などの多様な情報に対応しているのが特徴である。WWW で取り扱われる文書は HTML (Hyper Text Markup Language) 文書と呼ばれるが、その基本的仕様は W3C (World Wide Web Consortium) という組織で提案されている⁴⁾。

したがって、WWW を使用すれば、インターネットという汎用的なネットワークを通じて世界中からアクセス可能な、ある程度までは規格化された画像付き文書を取り扱うことが可能である。

また、WWW ブラウザに自作あるいは市販のソフトウェアを補助ソフトウェアとして登録すれば、それらをシームレスに WWW と連携させることができる。つまり、WWW ブラウザから使い慣れたソフトを活用することができる。

さらに、データベースのフロントエンドとして WWW を用いれば、従来は煩雑だった検索操作を容易にすることが可能となる。

以上のように WWW は、医療分野において、従来、それぞれ独立して用いられていた診断文書、画像、診断支援システム、症例データベースを有機的に結合できるという利点を持つ。本システムで WWW を利用したのはそのためである。

3. 診断指導システムの構成

本システムでは、筆頭著者の遠藤が開発し、東北大学歯学部付属病院などで矯正症例分析支援に用いられているソフトウェア CEPMS7 と、全文検索システム WAIS を、WWW と連携させて用いた。

サーバは岩手大学の UNIX サーバを用いた。指導依頼側医師も指導者もシステムのクライアントであるが、必要とする設備やソフトウェアが一部異なる。

3.1 サーバ側

(1) ハードウェア

- UNIX ワークステーション (Sun Microsystems

SPARCstation LX, 64 MB Memory, OS は Solaris2.2)

(2) ソフトウェア

- WWW サーバソフトウェア (Apache 1.2.4)
- SSL ソフトウェア (SSLey 0.8.1)
- Apache と SSLey の接続ソフトウェア (Apache-SSL 1.2.0)
- アクセス制御用ソフトウェア (TCP Wrapper 7.6)
- WAIS サーバソフトウェア (富士通 日本語 WAIS V02L40)

3.2 クライアント側

(1) ハードウェア

- パーソナルコンピュータ (OS は Windows3.1, 95 または 98)
- 画像入力装置 (透過原稿ユニット付きイメージスキャナ, Sharp JX-250P, 指導依頼側医師のみ必要)
- ネットワーク接続用機器 (モデムまたは ISDN 用の DSU+TA, 大学側指導者など LAN 接続の場合は LAN ボード)

(2) ソフトウェア

- CEPMS7 (頭部 X 線規格写真の計測値・Facial diagram・診断用フォームを表示するオリジナルソフト。詳しくは付録で述べる。)
- HTML エディタ付き WWW ブラウザ (Netscape Communicator4.0, またはその上位製品)
- 画像入力ソフトウェア (Micrografx Photo Magic, 指導依頼側医師のみ必要)
- 電子メールソフトウェア (AL-Mail など)
- テキスト暗号化ソフトウェア (PemCAT/Win)
- ネットワーク接続用ソフトウェア

4. 診断指導システムの内容と利用結果

以下では、利用結果の一例を提示しながら、システムの内容を解説する。まず全体の処理の流れを概説した後、症例診断ページ作成の詳細、データ転送、データベース化に関して述べる。

4.1 診断指導の概略

(1) 症例診断ページの作成

指導依頼側医師は、WWW サーバ上に指導を希望する症例の症例診断ページを作成する。症例診断ページを表示する HTML 文書は、CEPMS7 for Windows にデータを入力すると自動的に作成されるので、通常はそれをそのままサーバに登録すればよい。このページには、口腔内、顔面写真や X 線写真などの画像データを載せることができる。また、計測値、Facial diagram

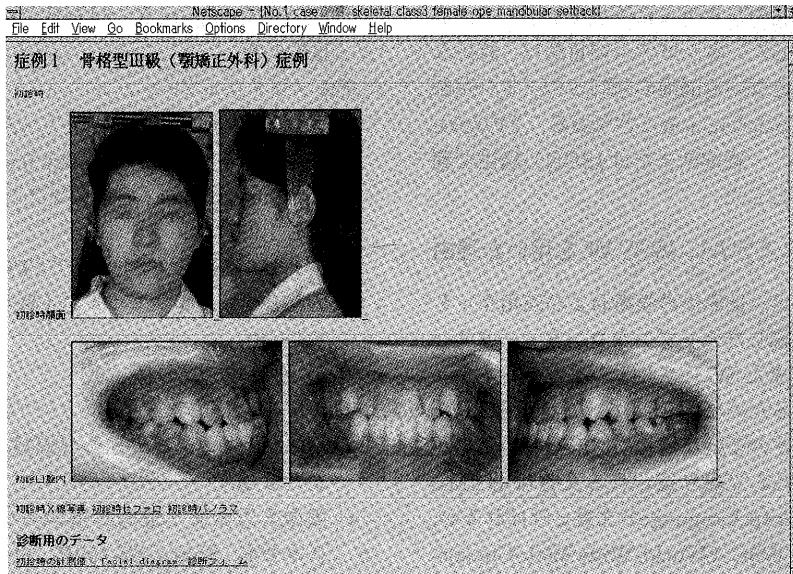


図1 症例診断ページの例

Fig. 1 An example of diagnosis page.

(顔面骨格図形) および診断フォームを CEPMS7 for Windows ソフトウェアにより表示することができる (図 1~3)。

指導依頼側医師は、症例診断ページが完成したら、電子メールを用いて指導者に診断指導の依頼を行う。

(2) カンファレンスページへの書き込み

診断指導の依頼を受けた指導者は、WWW ブラウザでその症例診断ページを見る。ひととおり見たら、その中のカンファレンスのページという項目をクリックし、必要な追加および訂正事項を記入する。完了したら電子メールで依頼者にその旨連絡する。

このカンファレンスのページは一種の電子会議室なので、1対1のみならず、グループによるカンファレンスも可能である。

電子メールを送る際は、セキュリティを保つために、本文テキストを専用ソフトウェアで暗号化してから送信する。本研究では PemCAT/Win⁵⁾を用いて、テキストの暗号化と電子署名を行うこととする。

(3) WWW 上でのディスカッション

指導依頼側医師は、カンファレンスのページを見ることによって指導者のアドバイスを受けることができるが、もし指導内容に納得しない場合は、そのページ上で指導者とディスカッションを行う。

複雑な症例の場合は、システムを補完する意味で電話相談などが必要になる場合もあろうが、その要旨もこのページ上に記録する。

(4) 診断のまとめ

指導依頼側医師は、以上の結果をもとにして必要な場合は診断フォームを訂正し、診断を確定する。

(5) データベース化

診断結果はデータベース化され、サーバに蓄積される。詳細は 4.4 節で述べる。

4.2 指導依頼側医師による症例診断ページ作成の詳細

(1) 頭部 X 線規格写真の計測

診断依頼側の医師は、まず通法のとおり頭部 X 線規格写真(セファロ)をトレースしてから、CEPMS7 for DOS を使用して計測点の座標をコンピュータに入力する。入力後は、症例データファイルが自動的にローカルディスクに保存される。なお、症例には4桁程度の症例番号(以下では CaseNo と表記)を付けておく。

(2) 症例分析

上記の症例データファイルを CEPMS7 for Windows で開き、View メニューから「診断フォーム入力」を選択する。そして、一般の場合と同様に症例分析を行いながら、表示された診断フォームにデータを入力する。フォームには、矯正診断で通常必要な項目を記録できる(図3)。入力が終わると、ファイルはその症例専用の作業ディレクトリ(たとえば、C:\CEPMS7\DATA\CaseNo)に自動的に保存される。

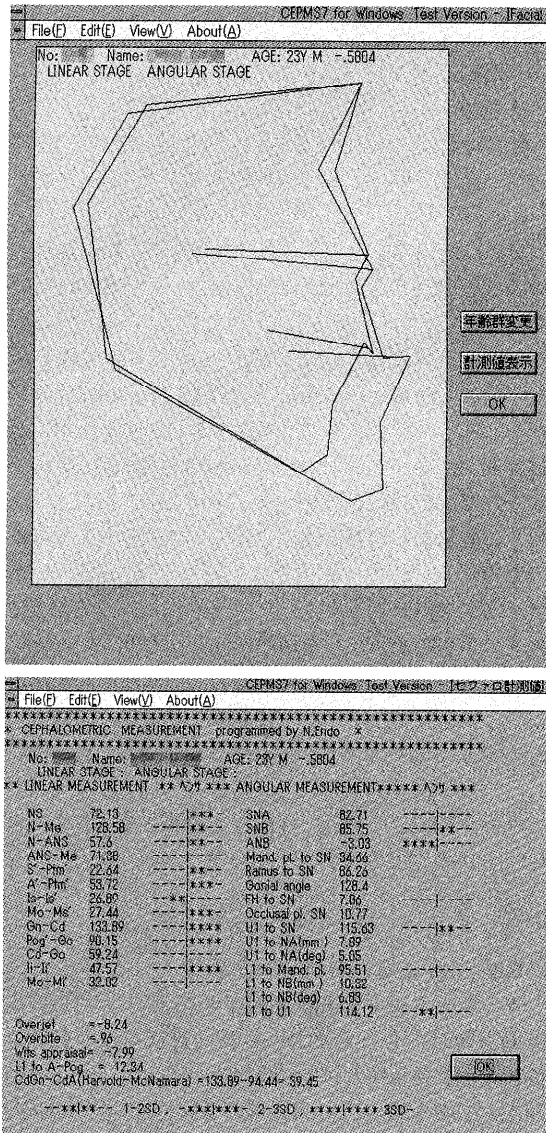


図2 Facial diagram とセファロ計測値

Fig. 2 Facial diagram and cephalometric measurement.

(3) 診断用ページの確認

(2)の操作を終えると、症例診断用ページのHTMLファイルが自動的に作成される。ユーザはそれをWWWブラウザで開いて確認する。

(4) イメージスキャナによる画像入力

顔面写真スライド、口腔内写真スライド、X線写真(デンタル、パノラマ)に関しては、透過原稿用ユニット付きイメージスキャナでコンピュータに取り込み、HTML文書で使用可能なGIFあるいはJPEG形式で作業ディレクトリに保存する。ファイル名、読取解像度に関しては、(3)の操作で表示される画面の指示

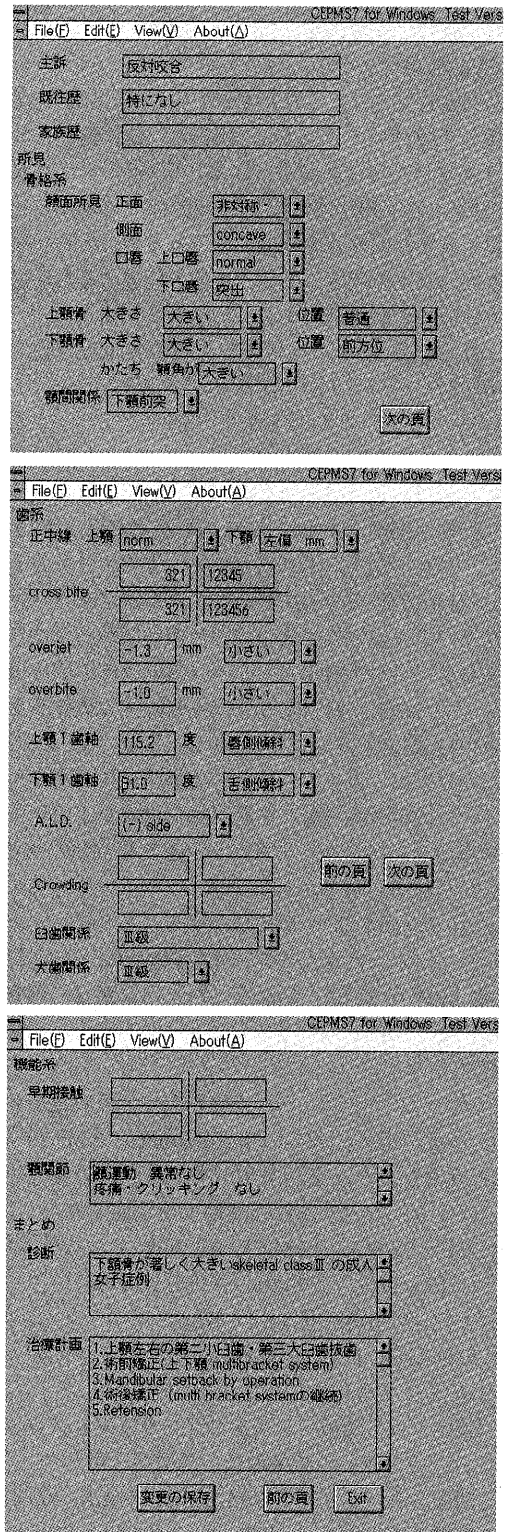


図3 診断フォーム

Fig. 3 Diagnostic forms.

に従えばよい。顔面写真については、本人が特定されないように目をマスクしておく(図1)。

(5) 診断用ページの完成

症例診断用ページのHTMLファイルを再度WWWブラウザで開いて確認する(図1)。もし表示された資料以外のものを載せるときは、WWWブラウザのHTMLエディタ機能を利用して追加し、診断用のページを完成させる。画像を追加するときは、入れたい場所にカーソルを置き、ファイル名を指定するだけで張り付けることが可能である。

また、CEPMS7の症例データファイルも自動的に症例診断ページに貼りつけられるので確認しておく。WWWブラウザの表示画面で「診断用のデータ」と書かれたところをクリックすると、CEPMS7 for Windowsが自動的に立ち上がり、計測値、Facial diagram(顔面骨格図形)、診断フォームを見ることができる(図2~3)。

(6) 症例診断ページのサーバへの転送

以上のようにして完成された症例診断ページを作業ディレクトリに保存した後、WWWブラウザを用いて、サーバのディレクトリ(ユーザホームディレクトリの中のpublic_html/CaseNo)に転送する。

この際には、インターネットの経路途中で画像やテキストの内容を第三者に盗聴(通信内容を不法にモニタすること)されないように、SSL⁶⁾を用いてセキュリティを保った状態で転送する。

4.3 データ転送の実際

本システムには患者のデータを試験的に4例登録したが、そのうち図1~3に示した1例に関して参考までにデータの転送時間を計測した。

1) 方法

パーソナルコンピュータを使用して、一般電話回線で岩手大学のサーバにPPP(Point to Point Protocol)接続し、それを經由して本システムのサーバにデータを3回転送して、所要時間を測定した。

- 使用パソコン：IBM PC AT 互換パソコン、CPUはPentium/100MHz、メモリは40MB
- モデムの転送速度：14.4Kbps
- 転送容量：HTML文書と画像で419Kbyte

2) 転送した画像の内訳

括弧内には、使用した画像の元のサイズ、スキャナで取り込んだあとの画像形式、解像度を示した。

- 顔面写真スライド小3枚(35mm, gif, 200dpi)
- 顔面写真スライド大3枚(35mm, jpeg, 400dpi)
- 口腔内写真スライド小6枚(35mm, gif, 200dpi)
- 口腔内写真スライド大6枚(35mm, jpeg,

400dpi)

- 口腔内パノラマX線写真1枚(A4, jpeg, 72dpi)
- 頭部X線規格写真1枚(A4, jpeg, 72dpi)

3) 結果

転送時間は、1回目4分50秒、2回目4分52秒、3回目4分51秒で、平均4分51秒であった。

4.4 診断内容のデータベース化

単に診断内容を記録するだけではなく、類似症例の検索などに使用するためにデータベース化が必要である。

本システムでは、指導依頼側医師が電話回線を用いてインターネットに接続するので、サーバのデータベースにリアルタイムで患者情報を登録するのは、通信時間がかかりすぎるために難しいと思われる。

そこで、4.2節(6)でサーバに転送したHTMLファイルに登録する内容を埋め込んで(コメント文で入れるためブラウザでは表示されない)、自動的にデータベースに登録を行う。データベースとしては、全文検索システムのWAIS⁷⁾を用いて、患者情報、すなわち、患者の症例番号、性別、顔面骨格型、診断内容、担当医名の全文をデータベース化する。登録は、UNIXのcron機能を用いて、1日に1回などと決めて自動的に行う。

なお、WAISの機能、性能などに関しては、すでにいくつかの例で検証済みである^{8),9)}。

5. 考 察

5.1 本システムの利用

本システムによる遠隔診断指導は一般の難治症例に有効なのはもちろんだが、外科的矯正治療の患者の診断の際に使用すれば特に有効だと思われる。一般の診断に必要な資料は、歯列模型を除きすべてWWWの診断ページに載せられるし、手術シミュレーションシートなどの図も載せられる。外科矯正治療が必要な患者で、大学病院ですべての治療を行うのが困難な遠隔地の患者の場合、矯正治療は開業医で行い、外科的処置は大学で行うという場合がある。そのような場合に、一般に開業医が大学に出向いて行うカンファレンスの一部をこのシステムで行ってはどうであろうか。

なお歯列模型に関しては、今回のシステムでは症例診断ページには入れていないが、ある程度規格化して撮影してページに載せれば、口腔内写真を補完する有用な資料になるとと思われるので、今後の検討課題としたい。

5.2 本システムの応用

本システムで作成されたページは、指導依頼側医師

と指導者のみしか見られないように設定することも可能だが、複数のページをスタディグループなどで共有することによって教育的な利用を行うと、さらに利用価値が上がると思われる。

また、歯科医の生涯教育（教育講習会など）のアフターサポート用としても使用できるのではないかと思われる。

それから、本システムの表示内容をプロジェクトで投影するなどして、そのままプレゼンテーションに使用することも可能である。治療したあとにその結果をページに載せれば、診断から治療に至るまでのプレゼンテーションも可能である。インターネットに接続されたコンピュータを使用できれば、世界中どこにいても自分の資料を用いてプレゼンテーションが可能となる。すでに1996年に福岡市で行われた日本矯正歯科学会ポストセミナーでは、著者の佐藤が本システムを用いてプレゼンテーションを行っている¹⁰⁾。

また、この資料は診療室における患者に対する説明にも使用可能である。あらかじめ典型的症例を登録しておけば、患者に治療内容などの説明を行う場合に便利だろう。サーバが性能に優れたUNIXマシンであるので、大学構内で複数端末からの同時利用を行ってもまったく問題はない。

なお、独立した1端末でプレゼンテーションを行う場合は、必ずしもネットワークを経由しなくても、内容をローカルディスクに保存して行うことが可能である。MOディスクやZipディスクなどに記録しておけば、記憶容量も大きいし、持ち運びにも便利である。

本システムで行ったようにHTMLで画像入りの文書を作れば、ネットワーク経由でもローカルディスクからでも自在に内容を読覧できるので、医療における利用には最適であると考えられる。

5.3 本システムの特徴

テキスト文書と画像をWWWページに載せた電子テキスト的なシステムは、医療分野においても枚挙にいとまがないと考えられ、矯正歯科分野でもいくつか存在する^{11),12)}。

矯正歯科診断支援ソフトウェアについても、著者が初期バージョンを開発した1983年当時はほとんど存在しなかったが、現在は市販パッケージが数種類存在する。

ただ、WWWと診断支援ソフトウェアの両者を有機的にリンクし、インターネット経由の診断指導にまで発展させた本稿のようなシステムは報告されていない。また、診断支援ソフトウェア単体に関しても、診断フォーム作成までサポートしたものはない。これま

では、症例分析支援ソフトで計測などを行い、診断結果は症例分析シートに手で記載するのが通常であったと思われる。

さて、ここで本システムを使用した診断指導を、従来考えられた他の診断指導と比較する。

まず、WWWに情報を載せきれないような複雑な症例では、やはり面談による指導が必要なので、それは除外して考える。なお、このような症例の比率はおそらく10パーセント前後と思われるが、詳しくは今後のフィールド実験において調査したい。

面談しないで診断指導を受ける場合、もしネットワークを使用しなければ、スライド写真、X線写真、診断文書の現物、あるいはそれらの画像ファイルと診断文書を磁気ディスクに入れて指導者に郵送し、指導も郵便によって受ける方法が考えられる。しかし、そのためには煩雑な作業が必要である。特に、現物を送る場合には紛失や破損の可能性があるので、複製物を作成しなければならない。さらに、ネットワークを用いた方がデータの転送や指導結果を受け取るのが迅速である。よって、これらの方法よりは本システムを利用した方が便利であると思われる。

また、ネットワークを利用する場合でも、本システムの代わりに、診断結果と必要なファイルをメールに添付して指導者に送り、折返しメールで指導を受けるという方法も考えられよう。サーバへのアタックの危険性がない分、セキュリティ面では本システムよりも優れている。

ただ、本稿の診断指導では画像を取り扱うので、比較的大きなファイルをメールに添付することになる。大きなサイズのメールを送るときは、メールを50Kbyte以下の単位に分割し、しかも全体で1Mbyte程度におさえて送るのが一般的となっている。また、添付ファイルのエンコードおよびデコード法は、指導者と指導依頼者の間で、コンピュータの機種に比較的依存しないBASE64などに合わせる必要もある。本稿の診断においては1Mバイトを超えるサイズのファイルを添付する必要はまず生じないが、上記を満たすメールソフトを使うことが必要である。なお、多くのファイルを扱うので、それらはアーカイブおよび圧縮操作を行ってからエンコードする必要がある。

このように、メールにファイルを添付して送る場合は、意外に考慮すべき事項が多い。また、本システムでサーバに診断指導結果を蓄積するのはと異なり、ネットワークを通じてスタディグループで情報を共有することはできない。したがって、メール添付による方法は本システムと比較して一長一短であるが、セキュ

リティ対策が十分であれば、やはり情報の共有ができる本システムの方が優れていると考えられる。ただ、メール添付による方法は WWW サーバ障害時などにおけるバックアップ的な手段として有用なので、手順書を作成し利用できるようにしておきたい。

以上、従来の方法に比較して本システムの特徴を述べたが、質問と回答を多く繰り返す場合に関しては、WWW ページ上の指導よりも電話による指導の方が適切であろう。その場合でも、本システムはその記録を残すために意義がある。

さて、本システムを利用するにあたっては、上で触れたセキュリティ問題に加えて、種々の検討すべき課題がある。患者のプライバシー保護、ネットワークのインフラストラクチャー、信頼性、速度、それからユーザの利用技術の習得に関する問題である。以下の項では、これらに関して個別に考察する。

5.4 患者のプライバシー保護

本システムのように患者の診断データを取り扱う場合は、患者が特定されないような工夫、たとえば、顔面写真の一部をマスクする、氏名は担当医以外は見られないようにするなどの工夫が不可欠である。

例示した前者については図1に示したようにすでに実行している。ただ後者に関しては、現在は図3に示した Facial diagram とセファロ計測値を指導者が見ると、患者氏名が表示されてしまう。

患者のプライバシー保護のためには、システムをグループで用いる場合はもちろん、担当医と指導者が1対1で情報をやりとりする場合も、患者が特定されないようにする必要がある。そこで今後のフィールド実験を行う際には、担当医がサーバにデータを転送する際に自動的に氏名が削除されるようにプログラムを改良し、担当医名と症例番号のみによって患者データを管理するようにすることを必須条件とする。

5.5 インターネットの利用環境

林¹³⁾によれば、日本の学術インターネットは以下のように発展した。まず、1984年に始まった JUNET (UUCP による電子メールや電子ニュースの伝送)、1988年に始まった WIDE ネットワーク (LAN 間接続に TCP/IP プロトコルを用いた日本初の本格的インターネット)、1988年に始まった JAIN (LAN 間接続に X.25 パケット網を採用した広域ネットワーク) などによって実証的な研究が進んだ。そして、1992年4月からは SINET (文部省学術情報センターによる基幹ネットワーク) が運用を始めた。

その後、1994年までに多くの国立大学で LAN の構築および SINET などへの接続が行われ、日本の学術

インターネットは本格的な実用段階に入った。

本システムを考案するに至った背景には、このような国内の学術インターネットの基盤整備の進行がある。岩手大学では、1995年1月の時点では 512 Kbps で幹線に接続していたが、同年7月の時点では 1.5 Mbps に増強されており、本システムのサーバ側のネットワーク環境は、構築を開始した 1995年の時点ですでに整っていた。

一方、当時の国内商用インターネットは、まだ整備が不十分な段階であった。本システムを用いる開業医がインターネットを利用するには、一般にその接続環境を提供する会社 (プロバイダ) と契約し、電話回線で接続することが必要である。日本ではそのような接続サービスは 1993年7月に開始されたが、本研究を始めた 1995年当初は、まだ商用プロバイダの数は非常に少なく、しかも大都市のみに集中していて、料金もかなり高かった。したがって、このことが本システムの実用化を阻害する大きな要因の1つと思われた。

しかしながら、96年当初ころから商用プロバイダの数は急速に増加し、その分布も全国的な広がりを示すようになった。使用料金もかなり安くなり、1カ月の定額料金 2000~5000円くらいで、アナログの一般電話回線のみならずデジタル回線 (ISDN 回線) 経由でもインターネットが使用できるようになった。なお、その料金に加えて電話料金 (一般電話または ISDN 回線の使用料) もかかるわけだが、それに関しても全国一律 1分 10円という回線を提供する業者も現れ、インターネット利用環境の地域差は急速に縮小している。

また、最近ではコンピュータ関係の会社だけではなく、一般企業でもホームページを開設するのが普通になり、インターネットは一種のインフラ的なものになってきた。そのため、最近のパソコンセットは購入後プロバイダと契約さえすれば、即インターネットが使用可能というものも多い。

このように、わずか2年たらずで社会環境が大きく変わり、本システムを利用するためのインターネット利用環境は格段と良くなった。もちろん、利用しやすさだけでなくネットワークの品質も大切であるが、バックボーンも含めて技術力、データ処理能力、信頼性が高いプロバイダを選択すれば、現時点ではその点もさほど問題はなからう。

むしろ問題は、学術インターネットと商用インターネット間の回線容量が小さく、その間の通信速度が遅い場合が多いことである。

本研究において、テキストと画像を合わせて 419 Kbyte のデータを、速度が 14.4 Kbps のモデム

で転送したところ、所用時間は平均4分51秒であった。したがって、一般的な28.8または33.6Kbpsのモデムを使用すれば、上記データの転送時間は2分30秒程度と予測される。これは十分実用的な転送時間であるが、あくまでもローカルな実験での結果である。

開業医が民間プロバイダにPPP接続し、そこを経由して岩手大学にあるサーバにデータを転送する場合は、学術ネットに直結しているプロバイダ経由なら上記と同様の速度でデータを転送できると思われるが、それ以外では非常に時間がかかり非実用的な場合も予測される。現時点では、本システムを商用ネットから利用する場合は、プロバイダの選択に注意を要する。

5.6 サーバおよびデータ転送時のセキュリティ

本システムでは患者情報をWWWサーバに蓄積していくため、セキュリティ問題はシステムの実用化を阻害する要因の1つである。

インターネットは、創世期は別として、その後は研究者同士の情報を交換するための学術ネットワークとして発展してきた。1990年代に入ってから商用ネットワークもできたが、元来の世界に開かれたネットワークという性質は脈々と息づいている。それがインターネットの一番の魅力といえるが、反面、オープンであるがゆえの問題、すなわち悪質な者（一般にクラッカと呼ばれる）にサーバへの不正アクセスをされたり、転送中のデータを盗聴、改竄されたりする危険性もある。

そのため、ユーザ認証、データの暗号化、サーバの保護、WWWサーバソフトウェアの運用設定などを考慮しなければならない。本システムでは前述のように患者のプライバシー保護が重要である。そのため非公開で運用する必要があり、WWWサーバソフトウェアによる基本ユーザ認証機能によって、許可されたユーザのみが利用できるようにした。また、SSL (Secure Socket Layer) によるデータの暗号化¹⁴⁾を行い、ネットワークの経路上でのデータの盗聴を回避した。さらに、TCP Wrapper¹⁵⁾により、サーバへの攻撃を極力避ける方策も施した。

基本ユーザ認証機能によるユーザ単位のアクセス制御は、制限をかけたいディレクトリに、保護設定ファイル(.htaccess)とパスワードファイル(.htpasswd)を置くことによって実現できる。管理者は、WWWサーバに付属しているhtpasswdプログラムによって、WWWアクセスのためのユーザ名定義とパスワード設定が可能である。htpasswdで作成されるユーザ名とパスワードはWWW専用で、UNIXのそれらとはまったく別のものである。パスワードは暗号フォーマッ

トで記録される。

SSLによるアクセスは、WWWサーバソフトウェアApache、SSLソフトウェアSSLey、Apache-SSLの連携により実現した。これによって、サーバからクライアントに送られる信号を暗号化することができる。

なお、基本ユーザ認証機能においてパスワードが送られる場合には、通常はuuencodeされるだけで暗号化はされないが、本システムのようにSSLを使用すればパスワードが暗号化されるので、安全性はかなり確保されると思われる。

次に、サーバの保護について述べる。現在、岩手大学としては特にファイアウォールは設けていない。したがって、不正アクセス防止のためには、本システムでローカルのファイアウォールを構築するのが望ましいが、本稿ではその前段階としてTCP Wrapperを採用した。このソフトウェアを使うと、比較的簡単に、特定のドメインやIPアドレスに対して、TCP/IPのポート番号を指定してアクセスを制限できる。本システムでは、WWWで用いるhttp、ファイル転送で用いるftpに関してはどこからでもアクセスできるようにして、telnet、rloginなどに関しては岩手大学の内部ドメイン以外からのアクセスを制限するように設定した。この設定によってサーバの遠隔管理は不便になるが、安全には代えられない。なお外部からでも、緊急の場合は、岩手大学に設置されているリモートアクセスサーバにダイヤルアップで接続してサーバを操作することができる。

WWWサーバソフトウェアに関しては、セキュリティホールの原因となる標準装備のCGI (Common Gateway Interface) プログラムの削除や、一般ユーザのCGIプログラムの使用禁止、ファイル名一覧表示の禁止などで安全性を高めた。

以上のように、セキュリティには考慮したが、今後は、アプリケーションゲートウェイ型ファイアウォールであるFWTK (Firewall Tool Kit; TIS社のフリーソフトウェア)¹⁶⁾を実装したコンピュータと、本システムを導入したコンピュータの2台で全体を組み直し、ユーザ登録もシステム利用者に限って、さらに安全性を高めたいと考えている。

さて、不正アクセスを防ぐためには、発想を転換して、インターネットを使用しないで電話回線のみを用いたリモートアクセスシステムを構築するという方法も考えられる。しかし、外国人(過去に留学していた歯科医)のシステム利用を考えると、通信費用の観点から、やはりインターネットの利用が望ましい。

また、今回データベースとして用いたWAISに関し

ては、基本的に公開を基本としたソフトなので、一般のアクセスを禁止するには特別な設定が必要となる。製品版 WAIS では、ローカルアクセス以外は禁止する(同じサーバで動く WWW サーバソフトからのみアクセスを許可する)ことによってセキュリティを確保することが可能になる。

以上は管理者レベルの話であったが、忘れてはいけないのがユーザ教育である。すでに常識的なこととは思いますが、パスワードの管理に関しては、容易に類推できないものの設定や定期的な変更を促すなど、ユーザに十分周知する必要がある。

5.7 電子メールのセキュリティ

このシステムでは、WWW を主に利用するが、連絡などには電子メールも併用するので、そのセキュリティに関しても考慮しなくてはならない。

一般のメールと違い、患者診断に関するメールを通常のテキストのまま送信するのは、患者のプライバシー保護の観点から好ましくない。万が一悪質な者に盗聴されたときのことを考えると、慎重なうえにも慎重な対応が望まれよう。

幸い、最近では、メールテキストの内容を GUI (Graphical User Interface) で簡単に暗号化できるソフトウェア PemCAT/Win⁵⁾ が公開されている。暗号化の手順に関しては、認証実用化実験協議会 (ICAT; Initiatives for Computer Authentication Technology) のホームページ⁶⁾ に詳しい記載がある。これを一般のメールソフトと併用すれば、他人が盗聴できない暗号化メールを送ることができる。また、最近では市販のメールソフトウェアで暗号化に対応したものも発売されているので、それを使うという選択肢もある。

暗号メールをやり取りする場合は、なりすましを防止するため、認証局 (CA; Certification Authority) による個人の認証が必要となるが、本研究では前述の ICAT の Pilot CA を使用させていただいた。システムの本格運用の際には、閉じたグループ内での運用であるので、自前で CA を開設すればよいと考えている。

5.8 本システムの操作に関して

本システムの操作においては、まだ自動化されていない部分もある。HTML 文書は自動作成されるので、通常は直接編集する必要はないが、画像入力後にファイル名を付ける際や、ファイルのコピー、ディレクトリ作成などを行う際には手動操作を要する。しかし、これらは慣れれば難しいものではないので、通常パーソナルコンピュータを使用している歯科医に関しては、説明書を用意して個人指導あるいは講習会などを行えば、短時間で操作法が習得できるであろう。歯科矯正

医では症例分析ソフトウェアを常用している割合が高いので、説明書だけで容易に習得できることも多いと思われる。

一方、自分のホームページを持ち、HTML 言語を扱えるような上級者に対しては、HTML 作成を完全に自動化するよりも、ある程度自由度のある診断ページを作れるようにしておいた方が望ましい。患者の症状というのは多岐にわたり、必要な診断資料も一様ではないからである。

したがって、今後は、初心者にはなるべく自動的に、上級者にはなるべく柔軟に操作できるようにシステムを改良していきたいと考えている。

それから、本システムを用いるには資料作成に手間がかかると思う。歯科医もいると思われる。その場合は、歯科医がトレース、診断フォームの作成を行い、歯科助手が計測点入力、画像入力、ページ作成を行うように分業すれば、歯科医の負担を少なくすることができよう。

6. おわりに

ネットワークを用いた診断指導というと、一般には ATM (Asynchronous Transfer Mode) などの超高速回線、あるいは ISDN 回線を複数重ねてテレビジョンなみのフレームレートを確保した回線を使用したビデオカンファレンスシステムのようなものをイメージする人が多いかもしれない。確かに、目的によってはそういうものが必要であろう。

しかし、実際に診断指導を必要とするドクターが、特殊な高速回線設備を使用できる可能性は小さい。また、診断というのは必ずしもリアルタイム性を要求されるものではなく、むしろ、ドクターが利用時間に拘束されないドキュメントベースの診断システムが役立つ場合も多いと思われる。今回取りあげた矯正歯科は、まさにその一例である。本研究では、電話回線接続のインターネット利用設備さえ用意すればどのドクターにでも利用可能なシステムを目指し、一定の成果を得ることができた。このコンセプトは、矯正歯科だけでなく、ほかの医療分野の診断指導にも応用可能である。

今後は考察に述べた課題を解決しながらフィールド実験を行い、本システムを実用化に向けて、さらに使いやすいシステムに育てていきたいと考えている。

参考文献

- 1) Mitani, H. and Takahashi, I.: Advanced specialty education programs of Orthodontics in Japan, *Journal of Japan Orthodontic Society*,

- Vol.54, pp.361-368 (1995).
- 2) 遠藤教昭, 佐藤亨至, 三谷英夫, 王 徳信, 進藤浩一: インターネットのWWWを利用した矯正診断用マルチメディア症例データベースの構築, 第54回日本矯正歯科学会大会抄録集, Vol.54, p.122 (1995). (also available at <http://www.hss.iwate-u.ac.jp/member/endo/g95-4.txt>).
 - 3) Berners-Lee, T. and Cailliau, R.: World Wide Web: Proposal for a HyperText Project (1990). (available at <http://www.w3.org/Proposal.html>).
 - 4) Raggett, D.: HTML 3.2 Reference Specification (1997). (available at <http://www.w3.org/TR/REC-html32.html>).
 - 5) 認証実用化実験協議会 (ICAT): テキスト暗号化ソフトウェア PemCAT/Win マニュアル (1996). (available at <http://www.icat.or.jp/icap-doc/PEMCAT.txt>).
 - 6) Netscape Communications Corporation: Secure Sockets Layer (1998). (available at <http://home.jp.netscape.com/ja/info/security-doc.html>).
 - 7) NISO: ANSI/NISO Z39.50-1988, NISO Press, Maryland (1988).
 - 8) 遠藤教昭, 岡田 仁, 佐藤亨至, 進藤浩一, 白倉孝行, 五味壮平: WWWと全文検索システムWAISによるシラバス検索システム, 情報処理学会シンポジウム論文集 (利用者指向の情報システム), Vol.96, No.11, pp.107-114 (1996).
 - 9) 遠藤教昭, 竹谷隆則, 進藤浩一: 汎用的なsybperlを用いた図書館データベースとWWWの連携—ユーザー指向の図書検索システムが備えるべき要件とは, 情報処理学会研究報告 (情報システム研究会), Vol.97, No.59, pp.17-23 (1997).
 - 10) 佐藤亨至, 遠藤教昭: インターネットによって矯正歯科はどう変わるか, 矯正臨床ジャーナル, No.3, pp.19-22 (1997).
 - 11) <http://www.dent.niigata-u.ac.jp/ortho/ortho.html>.
 - 12) <http://orthod.dent.tohoku.ac.jp/orthod/>.
 - 13) 林 英輔: 我国における地域ネットワークの誕生, 情報処理, Vol.35, pp.699-707 (1994).
 - 14) <http://www.icat.or.jp/pages/p17/httpsinstall.txt>.
 - 15) <ftp://ftp.win.tue.nl/pub/security/index.html>.
 - 16) <http://www.tis.com/prodserv/fwtk/readme.html>.
 - 17) <http://www.hss.iwate-u.ac.jp/member/endo-j.html>.

X線規格写真(セファロ)透写図を計測するための診断支援ソフトウェアである。本文の図2に示したような顔面骨格図形や計測値をもとに、不正咬合と関連の深い顔面骨格形態や歯の位置、傾斜度などを分析する。

CEPMS7は現在のところ以下の2つのコンポーネントから構成されている。今回のシステムでは、1)をセファロ計測点入力に、2)をセファロ計測値出力、Facial diagram出力、診断フォーム作成に使用する。

1) CEPMS7 for DOS

筆頭著者の遠藤が、1983年から1993年にかけて開発した。セファロ計測点入力、セファロ計測値出力、Facial diagram出力の機能を有するフリーソフトウェア。開発言語はMS-DOS版N88-Basic86で、NEC PC-98シリーズ専用である。東北大学歯学部附属病院の矯正科、口腔外科、開業医などでセファロ計測のために常用されている。

2) CEPMS7 for Windows

筆頭著者の遠藤が、1995年に開発した。計測点入力以外、すなわち、セファロ計測値出力、Facial diagram出力、診断フォーム作成の機能を有するフリーソフトウェア。こちらの開発言語はVisual Basicで、すべてのWindowsマシンで動作するが、現在のところは試作品である。本システムでは、WWWブラウザのヘルパーアプリケーションとして使用した。

今後はCEPMS7 for Windowsの開発を進めて、セファロ計測点入力機能を追加し、DOS版を併用しなくともWindows版ですべての作業が行えるようにしたい。

3) ソフトウェアの所在

これらのソフトウェアのソースとマニュアルは、WWWページ¹⁷⁾上で、一般に公開している。

なお、そのページでは、その他にセファロ計測プログラム自動作成プログラム(GN7)、およびGN7用の統計解析支援プログラム(RST7)も、フリーソフトウェアとして一般公開している。

(平成10年3月9日受付)

(平成10年11月9日採録)

付録 CEPMS7 に関して

矯正歯科臨床における患者診断に不可欠な側面頭部



遠藤 教昭 (正会員)

1983年東北大学歯学部卒業。1987年東北大学大学院歯学研究科歯学臨床系博士課程修了(歯科矯正学)。歯学博士。1987年東北大学歯学部歯科矯正学講座助手。1993年仙台市エンゼル歯科に矯正歯科専門医として勤務。1994年岩手大学人文社会科学部講師(情報科学)。1997年同助教授、現在に至る。研究分野は、情報システムと社会環境、情報システムと医療、頭蓋顔面複合体の形態および成長。IEEE Computer Societyの会員。



佐藤 亨至

昭和34年生。昭和59年東北大学歯学部卒業。昭和63年東北大学大学院歯学研究科修了。歯学博士。同年東北大学歯学部附属病院矯正科助手を経て、平成10年より東北大学歯学部講師、現在に至る。日本矯正歯科学会指導医、認定医。全身および顔面骨の成長発育に関する研究ならびに骨年齢自動解析システム(CASMAS)やセファロ分析プログラム(WinCeph)の開発に従事。



三谷 英夫

昭和14年生。昭和39年大阪歯科大学歯学部卒業。昭和43年米国イリノイ州立大学大学院修士課程修了(歯科矯正学専攻)。同大学歯科矯正学教室研究助手、東京医科歯科大学助手を経て、昭和47年から49年にかけて、イリノイ州立大学歯学部助教授、同歯科矯正学教室主任教授代行。その後、東北大学歯学部歯科矯正学講座講師、同助教授を経て、昭和59年同教授、現在に至る。マスター・オブ・サイエンスおよび歯学博士。東北大学歯学部附属病院長を経て、現在、東北大学歯学部長。日本矯正歯科学会指導医、同学会理事。



進藤 浩一 (正会員)

昭和14年生。昭和38年東北大学理学部物理学科卒業。昭和44年東北大学大学院理学研究科物理学専攻博士課程修了。理学博士。同大学助手、助教授を経て、昭和54年岩手大学人文社会科学部教授。半導体物理学、計算物理学、情報教育等の研究に従事。日本物理学会、シミュレーション学会各会員。