

ギガビットネットワークを利用した肺がん検診用 ネットワーク読影支援システム

藤野 雄一⁽¹⁾, 松本 徹⁽²⁾, 長尾 敬一⁽³⁾, 鈴木 公典⁽⁴⁾, 山本 真司⁽⁵⁾,
黒田 知純⁽⁶⁾, 川島 晴美⁽¹⁾, 藤村 香央里⁽¹⁾, 土川 仁⁽¹⁾, 野村 優一郎⁽¹⁾

(1)NTTサイバーソリューション研究所 fujino@nttvdt.hil.ntt.so.jp 0468-59-4641, (2)放射線医学総合研究所,

(3)千葉大保健管理センター, (4)結核予防会千葉県支部, (5)豊橋技術科学大学、(6)大阪府立成人病センター

あらまし

医療分野におけるIT技術の適用は、医療コストの低減、医療精度の向上、高度医療技術の地方への展開など大きな効果が期待されている。特に、21世紀になり、ネットワークのプロードバンド化環境が整つてくると、テキスト情報に加え、大量の医療画像を転送し、診断する遠隔診断システムの適用が現実的となってきた。筆者等はらせんCTを使用した肺がん検診システムへの高速ネットワークへの適用を提唱してきた。本システムは簡易なインターフェース、比較読影機能、高度なセキュリティ機能を有しており、ネットワークに接続することにより画像の配信、読影が可能となり、読影医の確保が困難な地方自治体などにあってもCT検診の実施が可能となる。

キーワード；

遠隔医療、遠隔診断、ネットワーク読影、プロードバンド、JGN、セキュリティ

Lung Cancer Screening CT System over

the Japan Gigabit Network

Y Fujino⁽¹⁾, T Matsumoto⁽²⁾, K Nagao⁽³⁾, K Suzuki⁽⁴⁾, S Yamamoto⁽⁵⁾,
T Kuroda⁽⁶⁾, H Kawashima⁽¹⁾, K Fujimura⁽¹⁾, M Tsuchikawa⁽¹⁾, S Nomura⁽¹⁾

(1)NTT Cyber Solutions Labs., fujino@nttvdt.hil.ntt.so.jp 0468-59-4641, (2) National Institute of Radiological Sciences,

(3) Health Science Center, Chiba Univ., (4) Chiba Anti-tuberculosis Association, (5) Toyohashi University of Technology, (6) Osaka Medical Center for Cancer and Cardiovascular Diseases

Abstract

Information technologies in the medical field have spread for the purpose of medical cost cutbacks and progress of medical techniques. The availability of broadband networks at a moderate price makes it possible to provide high quality tele-medicine systems handling a large quantity of medical images. In line with this, we propose a network-based lung cancer screening system. It has an easy-to-use interface, a reading function which enables present images to be compared with past images, a highly secure network distribution function and tele-image reading with tele-collaboration. We are now evaluating the system by applying it to a field test over the Japanese Gigabit Network (JGN).

Keywords:

Telemedicine, Tele-diagnosis, Network Reading, Broadband, JGN, Security

1.はじめに

近年、経済・産業分野では IT 産業の話題が大きく取り上げられ、日本の経済回復の重要な役目を担っているものと期待されてきた。しかしながら、21世紀に入り、米国経済の減速に加え、2001年9月に発生した米国同時多発テロ事件は IT 関連産業にも大きな影響を与え、IT バブルの崩壊も叫ばれている。IT 産業の基幹を構成するのが通信ネットワークであるが、ネットワーク技術そのものはモールスの時代からスタートし、100年以上前のグラハム・ベルの時代に電話という音声コミュニケーション手段として発達し現在に続いている、社会的インフラストラクチャを形成するシステムである。従って、基本的にはその時々の経済状況には大きく左右されないものと考えている。特に、近年の電子化技術とネットワーク技術は、IT バブルの崩壊と言われようとも、その発展は止められないものである。現在、ネットワークインフラに関しては、ナローバンドからブロードバンドへの移行期にあたり、ADSL, CATV だけではなく光ファイバによるブロードバンド化も始まった。同時にその料金体系も激しい競争により、国際的にみても低価格でのサービスが開始されようとしている。サービスの分野でも、e-コマースを始めとする e-XXX サービスが行われ、実際にマネーフローが生じている。

医療の分野においても、病院内におけるオーダーリング情報の電子化に始まり、平成11年には条件つきながら診療録の電子保存を認め、平成12年度には厚生労働省、経済産業省により、電子カルテの普及を図るための各地域での実証実験に対し、補正予算による支援を開始するなど、確実に、かつ着実に前進している。本実証実験では、地域医療を目的とした病診連携も含まれ、ネットワークは欠かせない条件となっている。また、完全フィルムレス、ペーパーレスを実現した病院も現実化している¹⁾。欧米地域では、特にネットワークを介した遠隔医療、テレヘルスケアが注目されており、数々の事例が報告されている。特にカナダや北欧では、広大な国土内で、医療の平準化のために遠隔医療、テレヘルスケアが実運用されている。このように、現在の医療ではデジタル化の流れとともに、ネットワーク技術は高度医療のみならず、通常の診療行為においても、もはやなくてはならない技術となってきている。

日本における遠隔医療は、ネットワークを介して診断するいわゆる遠隔診断システムは大量の医用画像の転送が必要であるため高速ネットワーク

が必須であること、遠隔診断を必要とする過疎地が欧米に比較して少ないと、などの理由により、遠隔診断系よりも地域医療におけるテキスト情報を主体とする医療情報流通が先行していた。現在、ネットワークは、上述したブロードバンド化の流れに乗り、広帯域を低成本で提供が可能になってきている。そこで、高度医療技術の地方への普及や医療コストの低減が期待できる遠隔診断システムが再び注目されるようになってきた²⁾。遠隔診断システムは、医師同士が遠隔地でコラボレーションしながら診断する場合と、医師が患者を遠隔地から診断する場合に大別できる。前者はお互いが医療情報と知識を持ち寄り、協調作業の中で診断を下すため、コラボレーション環境が重要であり、後者は患者の状態を知るための画像を介した双方向コミュニケーション環境が重要となる。筆者等は、高速ネットワークの適用を前提としたネットワーク読影支援システムを提唱しており、一実施例としてらせん CT を使用した肺がん検診支援システムを構築してきた³⁾。本システムでは、大量の CT 画像を効率的に読影するための操作環境支援と CT 画像の共有によるコラボレーション環境を実現している。

本稿では、構築した肺がん検診用ネットワーク読影システムの概要、通信・放送機構（TAO）のギガビットネットワーク（JGN）を利用して実証実験について述べる。

2. 肺がん検診用ネットワーク読影支援システム

2.1 背景

わが国の1998年の人口動態統計によると、肺がんの死亡者数が胃がんの死亡者数を抜き、がんによる死因のトップになり、その対策が急務とされている。よって、より早期の肺がん発見のために CT を検診に導入する検討が、科学技術庁（現独立法人）放射線医学総合研究所（以下放医研）を中心に開始され、車載型の CT 検診車が開発された⁴⁾。一方、集団検診にらせん CT を導入すると一人あたり30枚前後の大量の画像が発生し、従来の間接撮像のフィルムを読影するのと比較して、その作業量は膨大なものとなる。特に集団検診による画像を読影する、すなわちスクリーニングする作業は、正常例が多数を占める画像列から異常例を検出する作業であり、物理的、心理的な負担は大きい。そこで、計算機を使用してスクリーニング読影を支援する読影支援システムが期待されている。筆者等は、従来から検討してきたヒューマンインターフェース技術、画像処理技術をこれらの

環境に適用させた支援システムの検討を医研と共同で行っており、MIDI操作器を使用した容易な操作環境と経年画像と比較読影可能な読影支援システムを構築してきた⁵⁾。

上述したように、CT検診の実験運用によるその有効性の確立と計算機による読影支援技術が確認されつつある現状において、今後あらたに胸部CT検診を実験的に実施しようとする自治体、団体がでできているが、CT検診を実施する場合、その施設とともに、撮像された大量のCT画像を読影する読影医の確保が必要になる。CT検診の施設については、車載型CT検診車は必要条件ではなく、施設内のらせんCTを使用して集団検診を実施することが可能である。しかしながら、CTによる集団検診画像のスクリーニング読影は、その特殊性につき、高度な専門知識が必要になり、地方自治体などがCT検診を実施しようにも、専門の読影医がないため、その実施を見送ってしまう場合を考えられる。このような問題を解決するため、筆者等は上記読影支援システムを基本にした高速ネットワークベース読影支援システム（Network-based Reading System；以下NRS）を提唱してきた⁶⁾。NRSでは、読影医の確保が困難な地方自治体などであってもCT検診の実施を可能とするため、高速ネットワークを介して画像を全国の検診場所から収集し、読影医のいる病院もしくは自宅まで画像を配送し、読影結果を返送することを可能とする。NRSを実現させるために、放医研を中心としたNTTサイバーソリューション研究所（以下NTTSL研）、千葉大学保健管理センター（以下千葉大）、結核予防会千葉県支部（以下結核予防会）、豊橋技術科学大学（以下豊橋技大）、大阪府立成人病センター（以下成人病C）が参加する研究コンソーシアムを組織し、TAOのJGN⁷⁾を利用した実証実験を計画し、

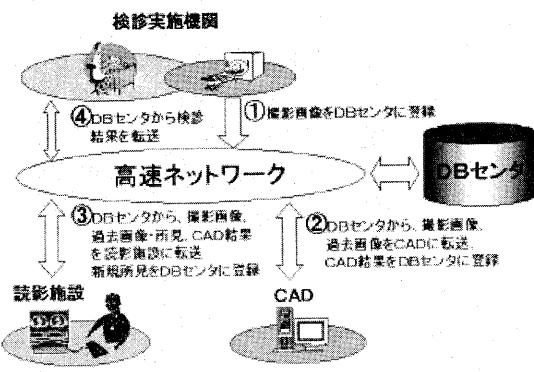


図1 NRSにおけるデータの流れ

実施してきた⁸⁾。以下にNRSの構成と実験概要を示す。

2.2 システム構成とデータの流れ

図1に、システム構成とネットワーク上を流通するデータの流れを示す。まず、検診実施団体にて撮像された画像はDICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine)画像として管理され、DBセンタへ画像を登録される。次に、登録された画像に対して計算機を使用した診断支援結果を附加するために、すべての画像をいったんCADセンタに転送し、レポート、位置情報などを返送される⁹⁾。CADにより附加された診断支援情報はDBセンタにて管理され、該情報を画像データと共に読影医へ配信される。読影医は、画像が配信されたことを通知され、読影用クライアント端末に画像情報等が送付されたことを知る。次に、読影医には、画像読影端末を操作し、CAD情報を有効に利用しながら読影作業を行う。なお、CAD情報をいつ提示するか、は読影作業の効率化、診断精度の向上などの観点から今回の実証実験により検証する。読影医により読影された所見データはレポート情報としてDICOM-SR (Structured Reporting)により保存され、DBセンタに転送される。これによりDICOM-SRに対応したビューワであれば、ビューワが異なっても所見内容を参照することができる。最後に、所見データは検診実施団体側に送られ、一連のフローが完了する。表1にサーバシステムの構成を示す。画像情報、レポート情報、DBなどを管理する画像サーバ、暗号化データの鍵を管理する鍵管理サーバ、スケジュール配達、ログ情報などを制御する配達制御サーバなどから構成される。

2.3 読影クライアントシステム

検診作業では膨大な正常データの中から異常データを抽出する作業であり、その効率化には操作

サーバ	機能
画像サーバ	<ul style="list-style-type: none"> ・クライアント端末との画像転送 ・DBへの画像蓄積 ・DBへのレポート情報蓄積 ・CAD端末との通信 ・DBへのCAD情報蓄積 ・DB検索 ・鍵管理制御 ・鍵配信
鍵管理サーバ	<ul style="list-style-type: none"> ・スケジュール管理 ・画像配達制御 ・配達ログ管理 ・レポート配達制御
配達制御サーバ	

表1 ネットワーク読影DBセンタサーバ構成

性の改善が大きな要素を占める。筆者等は、読影負担の軽減を目的としてヒューマンインターフェース技術や、画像処理技術を応用した読影支援技術を開発してきた¹⁰⁾。以下に読影クライアントシステムの主な特徴を示す。

2.3.1 インタフェース

検診作業では膨大は正常データの中から異常データを抽出する作業であり、その効率化には操作性の改善が大きな要素を占める。筆者等は、読影負担の軽減を目的としてヒューマンインターフェース技術や、画像処理技術を応用した読影支援技術を開発してきた¹¹⁾。図2に読影支援システムの概観を示す。入力画像は肺がん CT 検診で撮影されたらん CT 画像であり、解像度は 512×512 、再構成間隔は 10mm、1 受診者あたり約 30 枚の画像となる。これらの画像を効率的な読影のために操作性よく医師に提示しなければならない。画像提示法として、画像の位置情報をもとにスライス位置を連続的に変化させるシネ表示法を採用し、その操作インターフェースとして、音楽用 MIDI (Music Instrument Digital Interface) デバイスを採用し

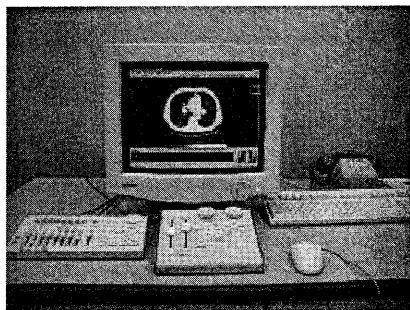


図2 読影支援システム概観



スライダストロークを体軸方向の長さにアサイン



スライダ操作により、体軸方向に位置変更
(本正面図は断層像より作成)



当該の断層像を表示

図3 MIDI操作器による直感的インターフェース

た。MIDI にはボタンやスライダ、ホイール（ダイヤル）などがあり、これらを利用した以下の特徴を有する操作環境を実現した。

- ① ボタン押下による簡易な条件設定、切替え
- ② スライダバーに体軸方向の位置関係をアサインすることによる、直感的な操作インターフェース (図3参照)
- ③ ホイールを使用したダイヤル操作による容易な表示条件変更

これらにより操作が簡易化され、キーボードを使用せず効率的な読影作業を可能とした。

2.3.2 比較読影

肺がん CT 検診は毎年行なわれるため、同一受診者の過去画像との比較読影が可能であれば、その変化を目視できるため、作業の効率化だけでなく、診断の大きな支援となるため、その環境が切望されてきた¹²⁾。従来のフィルム読影では、過去の受診者をリストから探し出し、かつ該当者の過去画像をフィルム保管庫から持てこなければならず、その作業量が大きいため実施が困難であった。また、集団検診では、個人ごとに唯一な ID



図4 比較読影画像表示例
(左側が現在の画像、右側が過去画像)

を付与している機関は少ないことから、リストからの検索作業も大きな負荷となっており、実際には比較読影はほとんど行われていなかった。画像がCTになり、デジタルで管理されれば、比較読影が可能となる。本システムでは、過去画像もハードディスクに保存し、過去画像の検索は、氏名及び生年月日により自動的に行う。また撮像位置や呼吸状態により異なる肺から同一位置を探査するため、テンプレートマッチングを用いた自動位置合わせ機能により体軸方向の位置を合わせて、過去現在の画像列を連携させながら表示させ、同期操作、条件変更が可能である¹³⁾。図4に比較画像表示例を示す。

2.3.3 読影作業記録

画像の読影状況を記録できれば、教育的見地から非常に有効である。そこで、本システムでは読影医の操作情報を時間軸でサンプリングし、自動的に記録する機能を具備させた。これにより、有所見、無所見にかかわらず、読影状況が記録され、再生することが可能である。図5に時間軸でサンプルした表示例を示す。

2.3.4 セキュリティ

配信画像の安全性を高めるには、該画像に暗号化処理を行えばよい。上述したようにDICOMにおいてもセキュリティの規定があるが、IPレベルでのセキュリティとDICOMヘッダ部の暗号化である。今回構築したサーバではDICOMに準拠した画像のハンドリングは行うが、DICOMプロトコルは具備

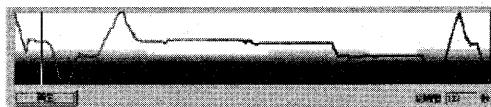


図5 時間軸表示例

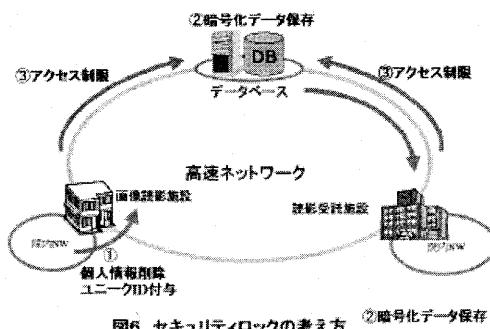


図6 セキュリティロックの考え方

させていない。その理由は、セキュリティ向上のためDICOM画像自身への暗号化を検討すること、DICOMプロトコルでの転送ではオーバヘッドが大きく転送スピードが遅くなることが予想されること、などのためである。そのため、DICOM画像自身への暗号化法と暗号化されたデータのFTPによる転送法を具備させることとした。

図6に画像を伴う筆者等が提案する医療情報ネットワークでのセキュリティロックの考え方を示す。まず、ネットワーク上に個人IDを含む画像情報を流す場合、個人を特定できる情報を削除し、ユニークなIDを付与する。次にデータをユニークIDを含むヘッダ部と画像部に分けて、それぞれを別方法で暗号化して転送し、そのままDBに保存する。保存されたデータにアクセスする際には個人認証などによるアクセス制限をかける。このようにして、何重ものセキュリティにより個人情報の流出を防ぐシステムとして構築する。なお、本手法はユニークIDを付与するという独立したシステムへの適用であり、情報共有を目的とした地域医療等への適用の場合には、個人IDはそのままにし、ヘッダ分離方式のみを適用することが考えられる。

ここで、CT画像は一連の断層画像（シリーズ画像）であり、これらを1枚毎に暗号処理していくのではなく、パディング処理（暗号処理の際、あらかじめ決まったブロック単位の倍数になるように平文データに情報を加える処理）によって情報量が増加してしまい、その分、暗号化・復号化処理時間や転送時間が増加してしまうことになる。そこで処理時間、転送時間の短縮を目指し、シリーズ単位でヘッダと画像をそれぞれ暗号処理する方法を提案している¹⁴⁾。

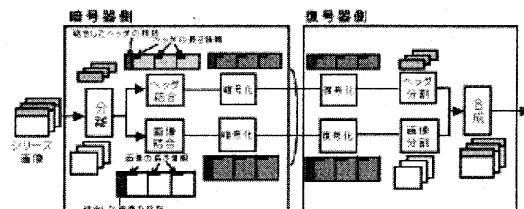


図7 暗号処理の概要

医用画像は患者情報の入っている付随情報（ヘッダ）と画像本体情報に分けられる。ヘッダは秘匿度が高い情報であるが、情報量は少ないので暗号強度は強いが処理時間のかかる処理をすることで安全性を確保する。また、医用画像はヘッダと画像の両者が揃ってはじめて意味のあるデータになる性質を利用し、単独では個人の特定がほとんど不可能な（秘匿度の低い）かつ情報量の多い画像には、処理時間の早い暗号化を用いる。図7に、暗号処理の概要を示す。暗号化部では、まず1枚毎のヘッダ情報を画像情報を分離し、1シリーズで、それぞれをまとめ、結合する。ヘッダ部と画像それぞれを異なる暗号化にて処理しFTPにより転送する。復号化部では、その逆処理を行う。これにより転送時、蓄積時において医用画像の安全性を損なうことなく、暗号処理による情報量の増加を抑制でき、暗号・復号処理速度、転送速度の向上が期待できる、と考える。

2.3.5 コミュニケーション・コラボレーション

離れた地点間で同じ画像を見ながら、協調的に読影作業を行うことを想定し、遠隔にいる医師と同じ画面を見ながら読影するためのコラボレーション機能と、その判断を合議により決定するため

のコミュニケーション機能を具備させた。コラボレーション機能としては協調読影が可能な作業環境を実現した。離れた2地点にあるPCには、あらかじめ読影すべき画像を配信し、蓄積しておく。操作権を持つ側が画像表示切替えやウインドウ条件の変更等の操作を行い、要求に応じて操作権変更を行う。操作権をもつ医師がスライダを動かす等の操作を行うと、操作情報が相手側に送信される。相手側では、その操作情報に基づいて画面が自動的に操作される。MIDIなどの操作情報も完全に送信しているため、相手側のPCの能力によらず、シネ表示の際にも画像を落とすことなく、同じ画像を見ることができる。また、お互いのポインタ（マウス）情報は操作権の有無にかかわらず、それぞれの位置を、マウス表示色を変化させて表示している。コミュニケーション機能としては、テレビ会議機能を用意した。多人数でも会議が可能なように、マイク・スピーカ系とし、ネットワーク遅延によるエコーを削減するためエコードキャンセラを具備させた。

3. JGNを使用したNRS実証実験システム

3.1 ネットワーク構成

JGNは、全国10ヶ所のATM交換設備及び35ヶ

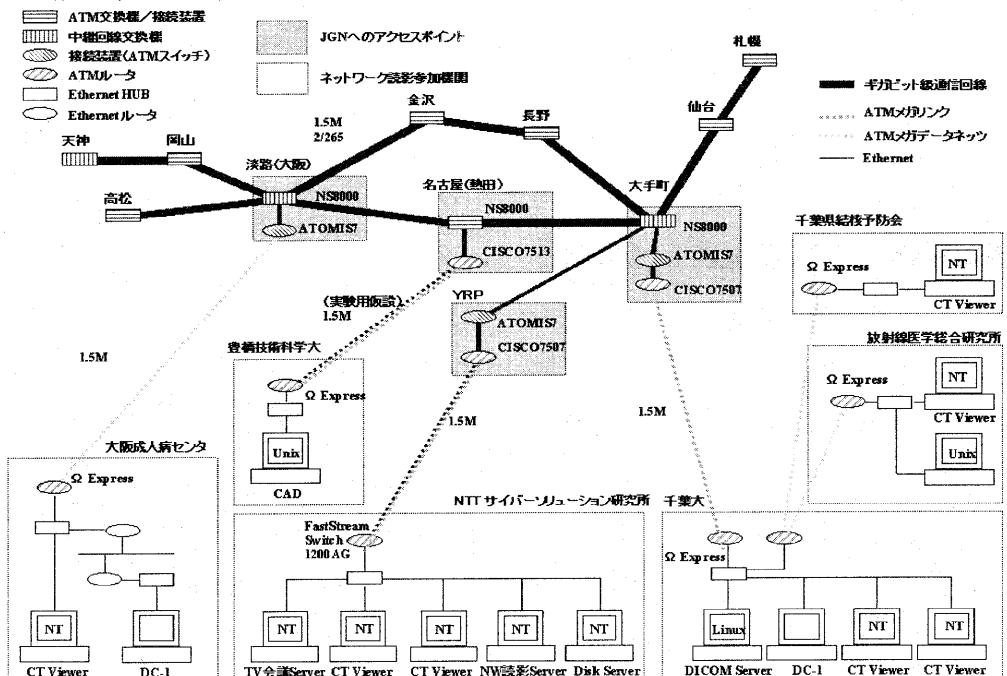


図8 JGNを利用した読影システムネットワーク構成

所の接続装置を超高速光ファイバで結んだネットワーク等から構成され、研究開発用ネットワークとして大学、研究機関、行政機関、地方自治体、企業などに広く開放されている。図8にJGNを利用したネットワーク読影のネットワーク構成を示す。JGNはバックボーンとして利用し、そのアクセスポイント（東京、YRP、名古屋、大阪）までは、それぞれの研究機関からATM専用線等にて接続する。ただし、千葉県地域では、3ヶ所の接続地点が存在するため、千葉大保健管理センターを中継点とし、そこから東京のJGNアクセスポイントまでATM専用線で接続する。すなわち、JGNアクセスポイントまで直接接続しているのは千葉大、NTTS研、豊橋技大、成人病Cである。放医研、結核予防会はそれぞれ、千葉大までATM専用線等で接続し、千葉大を経由してJGNへ接続する。JGNでの接続形態は、構成簡略化のためPVC(Permanent Virtual Channel)で上記4地点と千葉大とを接続し、千葉大を含まない各地点でのデータ転送は千葉大を経由するスター型構成とした。また、アクセスポイントまでの回線容量は1.5Mb/sとした。この容量は、

- 1) データ転送時の即時性は伴わないため読影医数人が読影できる程度の画像を一晩かけて転送が可能であること
 - 2) 遠隔読影カンファレンスを実施するため、比較的鮮明な動画像伝送が可能であること
 - 3) 専用線コストを押さえられること
- の点から検討し、運用面から決定した³⁾。

3.2 基礎実証実験と結果、考察

結核予防会、成人病Cでは、毎年数千人程度のCT検診を実施している。昨年までは、筆者等の開発した読影用端末スタンドアローンでの試用を行い、その評価を得てきた¹⁵⁾。今年度から、ネットワークを介した画像転送、協調読影、CADデータ付加表示の各基礎実験を開始している。以下にそれぞれの基礎実験概要、結果、考察について示す。

3.2.1 画像転送基礎実験

横須賀-千葉大間、横須賀-成人

	FTP	DICOM
横須賀-千葉大	1.20	—
横須賀-成人病C	0.83	0.81
千葉大-放医研	1.24	1.09

表2 画像転送基礎実験結果(Mbit/s)

病C間での画像転送基礎実験結果を表2に示す。1.5Mbpsの基幹ライン（JGN）、アクセスラインを使用している環境ではおよそ予想通りの結果である。なお、DICOM転送は予想していたよりも早い結果となっている。これは、お互いのDICOMマシンがNTT研究所で試作した読影クライアント端末同士であり多種の機能を有するDICOMサーバへのアクセスではないこと、使用したマシン能力がほぼ同じであること、1シリーズの転送のみとしたこと、などが原因と考えられるが、今後、現在開発中のサーバを使用したサーバ／クライアント方式での転送、他のベンダ製DICOMサーバとの転送実験等が必要である。また横須賀-成人病C間の速度が1.5Mbpsのラインと比較して遅いのは、4.1節で述べたようにJGNへの接続形態が、千葉大を経由したものとなっているため、千葉大-東京アクセスポイントまでのデータが往復し、トラヒックが増大するためと考えられる。

3.2.2 協調読影実験

千葉大学と成人病C間で協調読影実験を実施した。DBセンタは現在構築中であるため、あらかじめ双方の読影クライアント端末に読影する画像とその受診者の過去画像を送付しておく。その後、テレビ会議アプリケーションを起動し、双方での画像読影環境の確認を行い、読影アプリケーションを起動し、該アプリケーションのネットワーク接続を行う。これにより、読影アプリケーションは操作権を有する側がマスター、相手側がスレーブとなり、協調読影が開始される。その結果、同じ画像を見ながらの協調読影機能は問題無し、協調読影時にも相手画像を確認したい、等のコメントが得られた。協調読影時の相手画像確認については、現在の版では読影作業中の会話は可能であるが、相手人物画像は読影アプリケーションの裏に隠れており、人物像を確認する際には、アプリケーションの切替えが必要である。設計時には、読影時には相手人物像の表示は必要ない、と考えていたが、相手との合議により所見を決定する協



図9 協調読影実験様子(千葉大-成人病C)

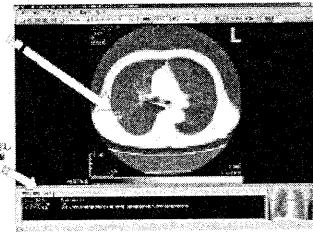


図10 CAD情報を付加した診断情報提示例

調読影時には相手の表情を確認することも必要である、とのコメントがあった。図9に千葉大一成人病C間で実施した協調読影実景の模様を示す。今後、評価を進め、フェイスツーフェイスコミュニケーション機能の必要性を確認したい。なお、本実験2地点間での接続であるため、サーバを介せずピアツーピアとしたが、多地点間での協調読影を実施する場合には、サーバを介した制御方式となる。

3.2.3 CADデータ付加実験

現在では、CADにより判定した情報として、

- ① 画像スライス番号
- ② 位置
- ③ 分類

の各情報を取得し、該情報を読影医の操作により表示する方法とした。図10にCAD情報を付加した診断情報提示例を示す。読影画像中に表示されたCADのタグをクリックすることによりCADが検出した画像位置にマーキングを行い、テキスト情報を下部に提示する。なお、CAD情報の提示法については、今後いくつかの提示例を用いて評価する。

4.まとめ

放医研、千葉大、結核予防会、豊橋技大、成人病C、NTT研究所間を、JGNを基幹回線として接続した胸部CT検診支援システムを構築し、その基礎的な実証実験を開始した。現在までは、クライアント間同士での転送実験と2地点での協調読影実験を行い、ほぼ予想通りの結果を得ている。今後は、セキュリティ等を考慮したサーバの構築を行い、サーバ/クライアント間での転送、スケジュール配送、鍵管理法、CAD画像提示法などの実証実験を実施する予定である。また、上記実験結果を基にネットワークをベースにした新医療ビジネスの提案を行い、高度医療技術の普及、コミュニケーション・コラボレーション技術による遠隔診断環境の構築に寄与していきたい。

参考文献

- 1) “電子カルテ、PACS運用して半年経過”，新医療 No. 320, August, 2001
- 2) 藤野：“医療におけるIT化の現状と課題－ネットワークベース医療－”，BME, Vol. 15, No. 4, 2001
- 3) 藤野、松本、長尾、鈴木、山本、黒田：“ギガビットネットワークを利用した胸部CT検診支援シ

ステム構想”，胸部CT検診7(2): pp. 127-132, 2000

4) T. Matsumoto, T. Miyamoto, T. Suzuki: "Development of mobile CT unit for lung cancer screening", Advances in the Prevention of Occupational Respiratory Diseases, pp. 485-489, 1998 Elsevier Science B.V.

5) 藤野：“肺がんCT検診のための読影支援システム 高速らせんCTとCAD”，INNERVISION 14・10 1999

6) K. Fujimura, Y. Fujino, T. Matsumoto et al: Network-based Reading System for a Lung Cancer Screening CT, RSNA '99, 9115

7) 通信・放送機構：ギガビットネットワーク通信回線利用の手引き，平成11年6月2日，<http://www.shiba.tao.go.jp/JGN/tebiki.htm>

8) 藤野、土川、川島、藤村：“肺がん検診用ネットワーク読影支援法に関する研究開発”，通信・放送機構 TAO ギガビットネットワークシンポジウム, 2001. 11

9) 川島、藤野、松本、山本：肺がん検診用CT画像ネットワーク読影支援法の一提案, 1999年映像情報メディア学会冬季大会, 7-12

10) 大辻、藤野、大塚、福久、松本、宮本、神立：“肺がんCT検診の読影操作支援”, 第17回日本医用画像工学会大会 OS-32 Vol. 16, No4, July 1998

11) 大辻、藤野、大塚、福久、松本、宮本、神立：“肺がんCT検診の読影操作支援”, 第17回日本医用画像工学会大会 OS-32 Vol. 16, No4, July 1998

12) 潤間、長尾、滝口、渡邊、大西、安田、栗山、鈴木、志村、松本：“車載型らせんCTによる肺癌一次検診での読影および判定時の問題点”, 第6回胸部CT検診研究会大会, no. 18, p. 18, Feb. 1999

13) 藤村、大辻、藤野：“比較読影支援のための胸部CTスライス自動照合(2)”, 信学会情報・システムソサイエティ大会, no. D-16-7, p. 237, Sept. 1999

14) 野村、川島、藤野：“医用画像転送におけるセキュリティの検討”, 信学会 2001 年総合大会, D-16-11

15) 潤間、長尾、渡辺、滝口、渡辺、大西、新行内、田辺、白井、安田、須田、栗山、松本、三上、鈴木、藤村、藤野：“車載型らせんCTによる肺癌一次検診での経年受診者のCT所見の検討”, 胸部CT検診, 7(2), pp. 64-67, 2000