

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）
分担研究報告書

テレパソロジー機器に関する新しいシステムの開発
— 広領域画像高速取得顕微鏡の開発と3次元断層画像を用いた
バーチャル顕微鏡の構築 —

研究協力者	安田 仲宏、蔵野 美恵子、宗 大路 石井 均 高山 須実子、稲垣 伸介、小林 勲 本間 義浩、梅島 洋介、丸茂 好春	放射線医学総合研究所 株式会社ケーアイテクノロジー 松戸メディカルラボラトリ セイコープレジジョン株式会社
-------	---	--

はじめに

標本を高速でデジタル化しデータベース化するために必要な装置の開発を行ってきた。放射線被ばくに関連する希少な標本が劣化や破損した場合の代わりに、半永久的にデータを保存しておける点、および研究者同士でデータの共有ができるという点で、デジタル化するメリットは大きい。技術の進歩に伴い、テレパソロジーに使用される画像もデジタルバーチャルスライドに移行しつつある。言うまでもなく、バーチャルスライドは、顕微鏡で標本を観察するがごとくにデジタル画像を表示する技術であり、画像を高速撮像する技術とともに、不可欠な要素技術である。

この手法の欠点は、撮像のたびにステージ移動—停止の動作が繰り返されるため、全体の撮像速度が遅くなる点と細切れ画像のつなぎ目が綺麗にならない場合があることである。我々は、画像の撮像にラインセンサカメラを採用することによりこれを解決した。撮像時に、ステージは、ファクシミリやイメージスキャナのように移動速度を制御されながら停止することなく動作する。ラインセンサの幅は最大で4096 pixel 確保することができ、画像の「つなぎ目」も相対的に少ない。これにより、 $0.35 \mu\text{m}/\text{pixel}$ の条件で 1 cm^2 を約3分で画像化することに成功した。この新しく開発顕微鏡には、新方式のオートフォーカス機構など新

標本の高速デジタル化

これまで、スライド標本全体を画像化する際には、CCDカメラを用いて顕微鏡ステージの移動を繰り返し、細切れの画像をつないで一枚の画像を構築する手法（タイリング法）が採られていた（右図）。

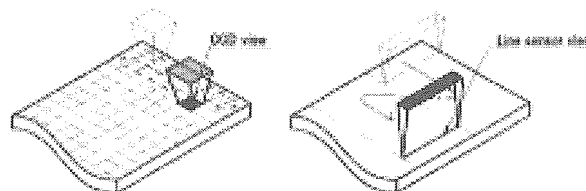


Fig. 1 Difference of imaging method using line sensor (left) and traditional imaging method (right).

たに工夫された部分も存在するが、ここでは説明を割愛する。詳細は参考文献[1]を参照していただきたい。また、この顕微鏡は、「広領域画像高速取得顕微鏡HSP-1000」としてセイコープレジジョン株式会社から製品化されている。

3 次元断層画像を用いたバーチャル顕微鏡

標本全体をデジタル化して、バーチャルスライドとして存在するものと実際の顕微鏡観察を比較すると、顕微鏡には必須のフォーカスを合わせて注目部位を観察するという重要な機能がバーチャルスライドに欠落していることに気づく。平面的な情報と言われる組織診断といえども、顕微鏡による診断では「フォーカス合わせ」を全く使わないということはむしろ稀であろう。また、病理学的検査の一部である細胞診断においては診断行為にフォーカスの使用は必須である。しかしながら、テレパソロジーで使われる画像やバーチャルスライドにおいては、機能を有するものはほとんど市販されていないか考慮されていないのが現状である。また、標本の全情報をデジタル化して保存し、「本物」の代わりとして取り扱いたい立場からは、単一の平面情報のみでは不十分と言わざるを得ない。

顕微鏡機能をコンピュータ上に忠実に再現することを目標に、画像の全領域において倍率変更のみならずフォーカス機能も備えた「フルエリア3次元デジタルスライド」を開発した。フォーカス位置を数ミクロンずつ移動させて撮像することにより、あらかじめ標本の3次元断層像を得ておく。フォーカス機能を用いてこの画像群をコンピュータ上にマウスのみを用いて再現することで、細胞

診のように厚みのある標本にも充分対応が可能になるばかりか、厚切り切片の組織構築をデジタル的に3次元で確認することもできるようになった。3次元断層像による診断と2次元デジタルスライドがもつ情報量が大きく異なることは、前回の報告で実例を示した。

情報提供者が観察中の画像の部位だけでなく、観察状態の倍率やフォーカス位置の書き込みを行う「3次元マーキング」機能などはすでに搭載しているが、テレパソロジーへ対応するためのネットワーク機能や診断結果の保存などは、今後の課題であり、意見を伺いたい。このバーチャル顕微鏡は、「サイトロン」として株式会社ケーアイテクノロジーが製品化している。

おわりに

テレパソロジーを中心とする周辺技術は、ここに挙げたものだけではなく、大規模データストレージに伴う、画像情報のハンドリングや高速ネットワーク利用など多彩な応用技術を含んでいると考えている。これら個々の技術は、さらに周辺の研究・診断(検査)環境などを進展させるキーテクノロジーとなりうるであろう。

参考文献

- [1] N. Yasuda, et al., Radiation Measurements 40 (2005) 311-315.

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）
分担研究報告書

ブロードバンド対応のテレパソロジーシステム

研究協力者 中里 適 株式会社 オリンパスエンジニアリング

オリンパスの顕微鏡画像伝送システム OLMICOS/WX は、静止画像伝送タイプのテレパソロジーシステムとして広く普及しているシステムの一つである。通信回線のブロードバンド化に伴い動画像を利用したテレパソロジーシステムが提案されているが、もう一つの方向としてより高精細な静止画像を高速に伝送するシステムが考えられる。オリンパスではこの観点から OLMICOS/WX の高精細化と高速化への対応を行ったので、その概要を報告する。

OLMICOS/WX は、依頼側システム（電動顕微鏡、画像入力カメラ、通話機器、コンピュータ、ソフトウェア）と観察側システム（通話機器、コンピュータ、ソフトウェア）を通信回線で接続したシステムである。今回対応した高精細化・高速化の主な内容は、画像入力カメラ部への高精細デジタルカメラの採用と、通信回線の光ファイバー対応の2点である。

高精細デジタルカメラは、最高 1250 万画素での画像入力が可能な顕微鏡専用デジタルカメラを採用した。このデジタルカメラは入力画素数の設定がプログラマブルで、35 万画素、140 万画素、310 万画素、1250 万画素のそれぞれに設定可能である。OLMICOS/WX のソフトウェア上では対物レンズ倍率ごとに入力画素数を設定可能としており、例えば低倍率では 140 万画素、高倍率では 35 万画素というような設定が可能である。またモニタ

全画面表示機能により、高画素でのより詳細な観察を可能としている。

光ファイバー回線への対応では、NTT の光ファイバー回線サービスである B フレッツへの対応を可能とした。これは最高通信速度 100Mbps のサービスであるが、実際は回線の利用状況により通信速度は変化し、実質 10Mbps 程度の通信速度が期待できる。

画像伝送時間を実測値で比較してみると、ISDN 回線の場合は 35 万画素レベルの NTSC 画像を 1 画像約 8 秒で伝送していたのに対し、光ファイバー回線では同等画素レベルの画像を 1 画像約 0.2 秒、140 万画素レベルの高精細画像でも 1 画像約 2 秒で伝送することが可能となっている。実際の観察プロセスを想定して、低倍で 20 枚、高倍で 10 枚の画像を観察したとすると、ISDN+NTSC カメラのシステムでは画像伝送に関わる時間がトータルで約 4 分なのに対し、光ファイバー+高精細デジタルカメラ（低倍率 140 万画素、高倍率 35 万画素で入力）のシステムでは約 42 秒と大幅に短縮する。また、高精細画像は低倍率での画像認知度向上に効果があるため、診断のトータル時間短縮や精度向上への貢献が期待できる。

OLMICOS/WX の高精細化・高速化は、既に ISDN 回線システムを利用しているお客様でも必要なシステムアップにより対応が可能である。

また、①メッシュ観察方式による連続画像入力・
伝送機能、標本全体像と拡大像の同一表示機能等
による使いやすさを追求した観察プロセスの実現、
②文字情報・臨床画像の伝送機能による病理部門
と臨床部門の連携促進、③伝送画像・データの自
動保存機能による観察経過の自動記録、④1 シス
テムでデータ送受信両方の機能を持ち幅広い用途
への対応が可能等々、これまでの OLMICOS/WX が
備えていた有効な特徴を継承している。

厚生労働省科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）

総括研究報告書

テレパソロジーの新技術および普及に関する研究

研究協力者 園田 晴久 株式会社コーガク 第一営業本部第一部
秋山 広治 株式会社ニコンインストルメンツコリア

研究要旨 テレパソロジーの開発および普及に以前より取り組んできた。テレパソロジーの普及のために新技術の研究は必要である。初年度は新技術導入で開発されたデジタルマイクロスコープをインターネット回線に接続し、費用、画像転送速度等の視点からシステムの実用性を検討した。2年目は新技術バーチャルスライドについてデータ作成を行い課題、問題点の整理を行った。3年目は普及と新技術をテーマに、初年度、2年目で蓄積されたノウハウをもとに実際の導入システムの状況分析を行い普及への考察を行った。新技術デジタルマイクロスコープはこの3年間で導入事例も大幅に増加しテレパソロジーの普及に貢献できた。

1. 研究内容

3年にわたりテレパソロジーを取り巻く環境および新技術について検討を行ってきた。3年にわたり以下のポイントで研究を実施した。

1) ブロードバンドネットワークを利用した実験を行い、回線のもつ技術面、費用面、回線速度、実用性の点から検討を実施した。（平成15年度：「デジタルマイクロスコープ COOLSCOPE のインターネット利用」）本研究では ADSL、光アクセス、社内 LAN 経由光アクセスの3形態をとりあげ検証を行った。顕微鏡遠隔操作での画像取得にかかる時間は ADSL（下り 8Mbps）では 4~11 秒、光アクセス（上下 100Mbps）では 2~8 秒 LAN 経由光アクセスでは 4~33 秒であった。インターネット接続はネットワークの安定性の面での課題はあるものの広帯域ネットワークにすることにより通信速度の安定性を確保することは可能であると思われる。またネットワークからの意図しないアクセスによるレスポンス低下、システム障害、盗聴改竄を考慮するとセキュリテ

ィを考慮したネットワーク利用を検討すべきである。

2) 新技術バーチャルスライドについてデータを作成し、その問題点・課題を技術面および利用面から分析検討を行った。（平成16年度：「テレパソロジーとバーチャルスライド」）本研究で実際に作成したデータを教育標本として閲覧用途、症例検討時の利用要途では有用性を認めることができたがテレパソロジーへの応用については検討課題点が多く見いだされた。

3) テレパソロジーの普及に向けて新技術の検討および普及が図れるシステム構築を実施し、あわせて実績報告を行った。（平成17年度「汎用性あるテレパソロジーシステムの構築」）本研究ではこの3年間に導入が実施された構築事例の検討を行った。回線事情の一層の改善もありシステムの普及促進をうながした。1994年~2002年4例だった導入事例が2003年~2005年で26例に増加した。（関西地区でニコン製品に限る）

デジタルマイクロスコープのリリースおよび回線事情の一層の改善、機器導入実績も含め、テレパソロジー普及への貢献ができたものと思われる。

2. まとめ

3年間を通し新技術および普及をテーマに研究を行った。新技術面において回線についての研究、バーチャルスライドの研究を通し次世代機器開発の基礎研究を行うことができた。

回線事情の一層の改善かつ初年度の回線事情研究成果を踏まえ、実用性ある導入システムの構築を行った。それにより実稼動した顕微鏡ネットワーク事例も大幅に増加しテレパソロジー普及に十分貢献できた。

3. 学会発表

園田 晴久 「クールスコープを用いた伝送システム構築事例報告」第4回日本テレパソロジー研究会総会. 8月. 三重(2006)

厚生労働省科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）
分担研究報告書

「テレパソロジー運用ガイドラインの作成とその適切性の実地検証」

分担研究者 土橋 康成 財団法人 ルイ・パストゥール医学研究センター 臨床病理研究部

平成 15 年度は、日本の遠隔細胞診が主に術中迅速組織診断用に開発された公衆回線依存のリアルタイムシステムを流用して行われており、スクリーニングと細胞判定・診断という 2 段階・異時性のワークフローを基本としたルーチンのテレサイトロジーには不向きであることを明らかにした。

そこで平成 16 年度は、ルーチンのテレサイトロジーにとってより適切なシステムとして、非同期、store-and-forward, web-based system の開発を行い、インターネット依存・センターサーバ方式テレパソロジーを完成させ、実運用の場でその有効性を検討した。同システムの非同期機能は、ルーチンの細胞診の診断および組織診断を含めたコンサルテーション領域への応用に適していることが確認された。一方、日本の病理・細胞診の平均的施設状況として、顕微鏡像の電子的入力環境が未だ乏しいことが明らかとなり、その改善はこのシステムを含めたテレパソロジー一般の今後の普及の鍵となることが明らかとなった。また同システムに付与されたアーカイブ機能は、教育・研修・研究など多目的に使用可能であるが、その際にアーカイブ目的の明確化およびその目的へ向けての適切な電子的管理機構の確立が課題となることが明らかとなった。

これらの成果を踏まえて、平成 17 年度はテレ

パソロジーの基盤整備の一環として、テレパソロジー運用ガイドラインの作成を進め、その初版を完成させた（癌の臨床、第 51 巻第 9 号 pp721-725, 2005、日本病理学会ホームページ掲載 <http://jsp.umin.ac.jp/whats.html>）。その実地適用を、京都府における地域医療支援テレパソロジーのフィールドで行い、ガイドラインの適切性を検討したところ、安全、有効かつ標準化されたテレパソロジーの運用の指針として役立つことが明らかとなった。一方、ガイドライン中、通信回線能力とそれに関係した診断能力の制限に関する記載を含め、テレパソロジーの本質が、なお、“制限状況下の診断”であり、現段階ではその制限要因が主に回線能力に由来することを明らかにした。近 10 年の日本における実用レベルの遠隔病理診断では、主にメタル回線 ISDN-net64 が使われたが、回線の光ファイバー化によるブロードバンドの普及が始まり、遠隔病理診断でもこれを実用レベルで使用出来るようになった。そこでテレパソロジー回線のブロードバンド化を行ったところ、診断能力が飛躍的に向上することを確認出来た。今後もテレパソロジーの使用回線およびコンピュータのハード・ソフトの進歩により、遠隔病理診断能力は絶えず向上して行くと考えられる。それらに合わせてガイドラインの内容も絶えず見直し、定期的に改変して行く必要があると考えれ

た。テレパソロジーの運用ガイドラインを確立し、充実させることは遠隔病理診断の保険診療への本格的収載の為にも必要と考えられた。

今後はブロードバンド時代にふさわしい情報化した病理診断システムの開発と応用を”遠隔”ということに止まらず、広く病理情報学の見地から展開する必要があると考える。

厚生労働科学研究費補助金 (医療技術評価総合研究事業)
分担研究報告書

テレパソロジーにおけるセキュリティ

研究協力者 山田 恒夫 財団法人医療情報システム開発センター研究開発部

研究要旨 テレパソロジーを行う際の、テレパソロジーシステムや設置場所についてのセキュリティについて、その技術的方法や技術と運営を含めた第三者認証について研究した。

A. 研究目的

システムの運用については、その安全性について説明責任が求められるようになってきた。そこで、テレパソロジーシステムを運用する際に必要となる安全性について、その技術的方法を明らかにするとともに、安全性について技術と運営を含めた第三者認証について検討することを目的とした。

B. 研究項目

テレパソロジーは、あらかじめ接続先が明確になっていることが多いので、共有鍵を活用したセキュリティ確保について研究した。

セキュリティについての第三者からの認定は、I S M S (Information Security Management System: 情報セキュリティ管理システム)が適応できるかを研究した。

さらに、医療情報システムの安全管理に関するガイドラインのテレパソロジーシステムやその設置場所での遵守について研究した。

また、保健医療福祉分野 PKI 認証のテレパソロジーシステムでの適応について研究を行った。

C. 研究内容

テレパソロジーの通信時における脅威としては、成りすまし、盗聴、改ざんが考えられる。共有鍵を活用し、相互に認証をすることで成りすましの防止が図られる。盗聴防止はセッションキーを毎回作成し暗号鍵とすることで防げる。改ざん検地はメッセージ認証子の確認により実現できる。

I S M S については、テレパソロジーにおけるセキュリティの必要性、セキュリティの目標、セキュリティを確保するために守るべきもの、セキュリティの脅威、セキュリティの脆弱性、セキュリティとリスクマネジメント等について検討し、I S M S が適応可能かを研究した。

医療情報システムの安全管理に関するガイドラインについては、基本的安全管理として、組織的安全管理対策 (体制、運用管理規定)、物理的安全対策、技術的安全対策、人的安全対策、情報の破棄、情報システムの改造と保守、外部と個人情報を含む医療情報を交換する場合の安全管理について研究した。また、電子保存をする際のセキュリティについても研究した。

さらに、保健医療福祉分野 PKI 認証について、医師等 25 種類の国家資格の証明ができる

ため、電子署名のテレパソロジーへの適応について研究を行った。

D. 研究結果

テレパソロジーは、あらかじめ接続先が明確になっていることが多いので、共有鍵を活用したセキュリティ確保が有効であることがわかった。

テレパソロジーシステムやその設置場所についてのセキュリティの第三者認定は、I SMS が適応できることが判明した。

さらに、医療情報システムの安全管理に関するガイドラインをテレパソロジーシステムやその設置場所で遵守するためのポイントが明確になった。

また、保健医療福祉分野 PKI 認証の電子署名やタイムスタンプがテレパソロジーで活用できることが明確になった。

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）
分担研究報告書

テレパソロジーと認証

研究協力者 菊田 昌弘 株式会社日本電子公証機構

1. はじめに

テレパソロジー（telepathology：遠隔病理診断）は、画像を電子化し、空間的に離れた複数の地点を、ネットワークを介して接続することにより、細胞診、病理組織診断およびコンサルテーションなどの病理の諸活動を空間的に離れた地点で行うこととされる。技術の進展により、直視下と同等の画像が利用可能とされ、中山間・離島地域などの地域医療に対して大きな貢献が期待されている。

しかしながら、ネットワークを利用すること、また診断画像や診断報告が電子化されたデータとして送受信されることなどの理由により、これまでの同一場所に関係者が集合した医療チームとしての活動とは異なるさまざまな課題への対応が求められることとなる。これらの課題を明らかにするとともに、ネットワーク上の新たな機構として利用されている認証（電子認証）技術が果たすべき役割について明らかにする。

2. テレパソロジーにおける課題

ネットワークは、電子申請や届出などの行政手続き、また民間企業群や一般消費者を含めた電子商取引の実現など、社会生活において多くの新しい機構を出現させている。わが国では、世界最先端のIT国家を目指すという戦略のもとに、あらゆる領域でのネットワーク利用が進められている。

なかでも、レセプトやカルテ、処方箋など、膨大な量の情報や書類群が、医師、保険機関、

薬剤師などの役割を異にする機能の間で交換され共有されることによって進められる医療活動においては、ネットワークが果たすべき役割は数多くあり、IT 国家戦略の一つとして医療分野におけるネットワークの活用が重点課題として挙げられるに至っている。

一方、ネットワークを利用することは、これまでの書面と対面を旨とする手続きは適用不可能であり、ネットワーク機能を効率的に利用できる新しい手続きや法制度の確立が必要とされる。また、今日多くの問題が指摘されているネットワーク・セキュリティへの対応は、医療にあっても例外ではなく、重要な個人情報である診断情報等を安全に、かつ関係者各々の役割と責任が明らかとなる協力体制のもとに扱えるように整えることが求められる。

3. ネットワークのセキュリティ・リスク

ネットワーク利用にかかわるリスクは、一般的に PAIN(痛み)の4文字で表される脅威に代表される。

- Privacy(プライバシーの保護)
- Authentication(認証：本人性確立)
- Integrity (完全性・非改ざん性の確保)
- Non-Repudiation (自己否認の防止)

3-1. プライバシ

医療という高度に個人の秘密とすべき情報を扱う機構においては、プライバシーの確保は極めて重要である。これまで、書面を主体とし第三者が触れる機会が少なかった医療情報が、国境

を越え、家庭にまで普及したネットワークを用いて取り交わされる場合には、機密とすべき情報が不正に漏洩することのないよう厳密な運用が求められることは言うまでもない。

3-2. 認証：本人性確立

ネットワークを介して情報を交換し共有するためには、情報が電子化されていなければならないが、電子化された情報は、筆跡や印影がなく、作成者を推定することが極めて困難とされる。また第三者がなりすまして作成した情報と、本来正しい情報とを判別することも困難とされる。だれが、どの情報をいつ作成したか特定可能とすることは、トレーサビリティ（追跡可能性）の基礎をなすものであり、紙書面上における筆跡や印影に相当する電子的な仕組みが必要となる。

3-3. 自己否認の防止

電子化された重要なデータを、ネットワークを介して受け渡す場合には送信者側において、送信した事実、受信側において受信した事実を確認する手段が必要となる。例えば患者情報をあらかじめ送信してあったとしても、理由の如何を問わず受信側で受信していないと主張された場合には、送信側では反証の手段がない。極端な場合、ある電子データが作成され、受信者がその送信者を確認した場合であっても、後日送信者側で当該電子データの作成の事実、送信の事実を否認された場合には、受信者側では対処の方途がないのが実情である。紙書面の場合には、第三者機関である郵便局が配達証明、内容証明などのサービスを実施し、情報の送受に関する証跡が確保されているのに比較し、現状では、電子的なデータの授受について、そのような機構が存在していないため、重要なデータの送受に向けた機構の確立が求められる。

4. 認証

遠隔病理診断の実施に際しては、ネットワー

クを介して複数地点のスタッフが共同で医療行為にあたることとなる。その主なスタッフをイメージすると以下ようになる。

- 主治医
- 病理医
- 執刀医
- 技師

これらに加えて、患者本人や、主治医・病理医側それぞれの病院長、医局長等や、また利用するネットワークの管理者及びスタッフなど、多方面より、多くの人間が作業にあたることとなる。それぞれの役割と責任分担にそって医療行為が進められ、過程において必要な「画像」が送信されたり「所見」表明されたりする。また、術中迅速診断報告が作成され、手術方針が決定されていく。これらの情報は、医療記録として重要であり、万一の場合に備えたトレーサビリティの確保が必要となる。

上述のように、トレーサビリティの基本をなすものは、当該情報がだれにより作成されたかの特定を客観的に検証し得る機能である。

ネットワークにあって、データの本人性を確立する機構として、「電子署名」が用いられる。わが国では、2001年に「電子署名法」が施行され、本人性検証手段としての法的な根拠が与えられた。電子署名の基本をなすものは、PKI(Public Key Infrastructure)であり、電子署名の他、暗号化やアクセス制御などに広く応用されている。医療機関にあっては、ヘルスケア PKI が整備されつつあり医療従事者がなす情報の交換等にむけて提供が図られている。

しかしながら、ヘルスケア PKI は、本人性検証、ならびに医師、薬剤師としての資格検証機能を提供するが、実際の遠隔病理診断の現場にあっては、単に医師としての認証にとどまらず、病理医または執刀医など、それぞれの役割と責任を検証できる機構が必要となる。しかも、この役割は固定化されて定常的に運用されるもの

ではなく、必要に応じてダイナミックに編成されることが可能でなければならない。これらの要請に応えるものとして、On Demand VPN と呼ばれる動的に、しかもセキュアに遠隔地を結んだ情報連携を実現する方法が検討されている。

5. まとめ

ネットワークは、対面主義、書面主義を旨とする社会機構を大きく変革し、新しい社会構造を描き出すことを可能としている。医療も、ネットワークを利用した新たな機構としての改革のさなかにある。しかし、ネットワークの利便性を十分に発揮するためには、多くの新しい課題への取り組みが必要とされ、認証もその一つとして医療活動への具体的適用が検討されている。

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）
分担研究報告書

高精細大容量画像の保存

研究協力者 林 直人 NHK 放送技術研究所放送デバイス

近年、インターネットの高速化が進展し、電子メールなどのテキストだけでなく、音楽さらには大容量のビデオ映像のオンデマンド配信が広がることにより、そのコンテンツを供給あるいは保存するためのストレージの大容量化が求められている。また、デジタルカメラ、携帯型音楽プレイヤーあるいは携帯電話などのモバイル機器について、多様化、小型化が見込まれることから、これらモバイル機器に使用されるストレージには大容量化のほか低消費電力化が要求される。

マルチメディア情報のデータ量は、テキストでは数 kB、音楽では数 MB、動画では数 GB であり、ちょうど千倍ずつの容量の増大である。画像の記録容量は、次式(1)で定義され、記録レートと記録時間に応じて大容量になる。

$$\text{記録容量 (Byte)} = \text{記録レート} \times \text{記録時間} \div 8$$

……式 (1)

また、記録レートは式(2)で定義され、主に画素数に応じて高速化が要求される。

$$\text{記録レート (bps)} = \text{画素数} \times \text{量子化ビット数} \times \text{フィールド周波数} \times \text{圧縮率} \quad \dots \text{式 (2)}$$

200 万画素のデジタルカメラの記録容量は非圧縮でも高々 3 MB であり、DVD に 1600 枚以上保存できる。一方、動画は記録時間に比例して大

容量化し、ほぼ同じ画素数の非圧縮ハイビジョン映像では 1 分間記録するために 10 GB 以上の記録容量が必要となる。さらに、非圧縮ハイビジョン映像は 1.5 Gbps の高転送レートも要求されるため、現状の記録メディアでは、放送用 VTR あるいは数台のハードディスク (HDD) による並列処理でしか記録できない。

UC Barkley の調査によれば、2002 年に世界で生産された情報量は 18 EB (ExaByte : 10^{18} バイト) であり、98% は電話により生産され、蓄積された情報は 5 EB である。フィルム 7%、紙 0.01%、光記録メディア 0.002% と比較し、92% の情報が VTR や HDD などの磁気記録メディアに保存されている。また、1999 年の調査結果と比較すると、この 3 年間で保存された情報量が倍増し、HDD が情報記録メディアの主力となった。HDD は、光ディスクより記録密度が高いが記録メディアをドライブから取り外せないため、機器内部における大量のデータの記録・蓄積に利用される。コンテンツ配布用途およびアーカイブ用途には光ディスクが利用される。小型携帯機器用のストレージには、従来フラッシュメモリが利用されてきたが、これは記録容量あたりの価格が高いため、最近では小型の HDD が利用され始めてきている。単位容量あたりの価格は、1990 年代後半まで、HDD、光ディスク、フラッシュメモリともに年率-30%程度で推移してきた。フ

フラッシュメモリは最近急激に低コスト化が進んでいるが、2010年頃をみてもHDDや光ディスクと比べ1桁～2桁高いものと予測される。したがって、要求される記録メディアの機能、性能、価格に応じて、記録メディアを適宜選択することが重要である。

経済産業省が3月に発表したロードマップを基に、主な記録メディアの2010年頃の記録容量、転送レート、容量単価の予測を表1に示す。HDDは、垂直磁気記録技術の導入によって、今後とも年率30%以上の高密度化が進み、5年後には600 Gbps (Gbps: 単位面積あたりの記録容量)の記録密度が達成されるものと予測されている。これにより、2.5インチHDDで800 GBと現行の4倍以上の大容量化が達成されることになる。光ディスクは記録容量200 GB、転送レート200 Mbpsと予測されており、コンテンツ配布、保存用メディアとして使用されるものと考えられる。なお、次々世代の光ディスクである体積ホログラムが実用化されれば記録容量1 TB、転送レート1 Gbpsも可能となり、HDDでは不可能な長期間保存という特長も有していることから、HDDの市場を凌駕する記録メディアとなりうる。フラッシュメモリは4倍程度の高密度化が予測されており、SDカードサイズで2 GB、CFタイプで10 GB程度の記録容量が達成される見込みである。さらに、書き込み速度が80 Mbpsから1.5 Gbpsへ、容量単価も1 MBあたり1円以下へ改善される見込みであり、10年以内には“1chip movie”が実現されるとの予測もある。

最後に、NHKが中心となって開発を進めている“スーパーハイビジョン”の記録システムを紹介する。スーパーハイビジョンは、究極の臨場感が得られる映像システムの実現を目指した走査線4000本級の超高精細映像である。画面を

見ることによって引き起こされる臨場感は、視野角とともに増加し、水平約100°で飽和する。スーパーハイビジョンの視野角は100°であり視距離は0.75 H (H:画面高さ)である。一方、ハイビジョンは3 Hの距離から見るように設計されており、そのときの画面を見込む視野角は水平で約30°である。画面を見込む視野角を広げると、視距離が相対的に短くなり、その視距離において画素構造が見えないように超高精細映像にする必要がある。そのためスーパーハイビジョンの暫定フォーマットでは、画素数がハイビジョンの4x4倍、順次走査であるために時間解像度が2倍となっており、40 Gbpsの超高速記録レートが要求される。NHKでは、ハイビジョンフォーマットに基づいた機器を同期させて使用することで2:1インターレース走査の走査線4000本級の超高精細映像の撮像・記録・表示実験に成功した。このシステムでは記録レートとして暫定フォーマットの1/2である20 Gbpsが要求されるが、3.5インチHDDを6台並列動作させることで3 Gbpsを実現し、このセットを8台同期させることによって記録レート20 Gbps、記録時間18分を達成している。(要するに、最新のHDDを48台使用しても18分間しか記録できない。今後、更なる高密度化・高速化が要求される。)このシステムは先頃開催された「2005年日本国際博覧会(愛・地球博)」においてグローバル・ハウスにて展示され、来場者からは、超高精細映像のイメージを明確につかむことができたと好評を得た。

現状でも、数十台のHDDと光ファイバーなどの高速ネットワークを使用すれば、数PBのテレパソロジー用の医療画像ストレージを比較的容易に構築できる。今後、画像圧縮技術の発展により、より低レートで高画質な映像を長時

間記録できるものと期待されるが、スーパーハイビジョンあるいは立体テレビなど超高精細映

像の長時間記録のためには、ストレージの一層の大容量と高速化が必要である。

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ハードディスク		3.5"HDD 容量 800GB 2.5"HDD 容量 200GB	転送速度 2Gbps			2.5"HDD 容量 800GB 転送速度 4Gbps
モバイル用 ハードディスク	消費電力 1.0W	1.8"HDD 容量 100GB 1.0"HDD 容量 10GB	耐衝撃性 300G	0.5W	1.0"HDD 厚み 3.3mm	1.8"HDD 容量 400GB 1.0"HDD 容量 80GB 耐衝撃性 1kG
光ディスク	片面1層 1.5~2.5GB 片面2層 3.0~5.0GB 3.6Mbps ~100円	次世代光ディスク ROM型	100GB (片面4層) 1.0Mbps	次々世代光ディスク (体験プログラム) 500GB/ディスク 数百Mbps 寿命>30年		200GB (片面3層) 200Mbps ~100円 追記書換型
フラッシュメモリ (不揮発性半導体)	4~8Gbit デジタルカメラ 画像記録 10MB/s MPEG2 1H 書き込み3.3分 AUDIO用MP3 携帯用File付	12MB/s (MLC) MPEG2 1H 書き込み2.8分	動画記録Silicon Movie コスト7円/MB		コスト1円/MB	16~32Gbit 動画記録 MPEG2 1H(16Gbit) MPEG2 1H 書き込み10秒

表1 ストレージメディアの大容量化のロードマップ

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）
分担研究報告書

セキュアネットワーク基盤のテレパソでの活用について

研究協力者 菅野 好史 株式会社NTT データ第3 公共システム事業本部医療福祉ビジネスユニット

NTT データでは、総務省の高度ネットワーク認証基盤技術の研究開発(オンデマンド VPN 技術)を受託し、平成 16 年度～平成 18 年度までの 3 年間で予定し、安全かつ簡易に任意のルータ間で VPN(Virtual Private Network : 仮想専用通信回線)の開設を可能にする、「オンデマンド VPN」技術を用いた「セキュアネットワーク基盤」の開発をしています。

オンデマンド VPN は、インターネット上で、要求に応じて任意のルータ間で安全かつ簡易に VPN の開設を制御できる技術です。既存の VPN がもつ秘話通信の特徴に加え、IP 電話のように任意の地点と接続先を切り替える特徴を兼ね備えています。

また、IC カード技術を応用した機器認証を利用し、接続の都度、相手を確認して接続許可し、ブロードバンドを複数の VPN 接続として切り替えて活用できます。これにより、ネットワークコストの削減や、企業や組織間の安全な情報交換、遠隔支援を円滑にすすめることが可能となります。

既存の VPN では、固定的に接続が行われる事を前提にネットワークが整備されていましたが、オンデマンド VPN においては、異なる企業・組織でも任意に接続するための、新たな技術を検討してまいりました。研究内容の成果を把握するために、平成 16 年 12 月中旬から都内近郊など 10 箇所で企業間連携や学術ネットワークでの接続実験や平成 17 年 1 月中旬からは、沖縄県内

でのテレパソロジーネットワークにおける実地実験を行っています。

今回は昨年度の実地実験の結果と今年度の予定を報告します。

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）
分担研究報告書

医療現場におけるモバイルソリューション

研究協力者 佐藤 一夫 株式会社NTTドコモ法人営業本部第一システム営業部

生活インフラとしてのケータイの昨今の事情及び技術動向を紹介しつつ、医療現場における現時点でのモバイルソリューションからユビキタス社会におけるモバイルソリューションのあるべき姿について説明させていただきます。

医療情報の送受信機器としてのケータイと医療現場でのコミュニケーションツールとしてのケータイの融合モデルをユビキタス社会の”ケータイ”というものを考えながら説明させていただきます。

厚生労働省科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）
分担研究報告書

ユビキタス社会におけるヴァーチャルマイクロスコープの必要性

研究協力者 林 亨 株式会社日本ローパーライフサイエンス

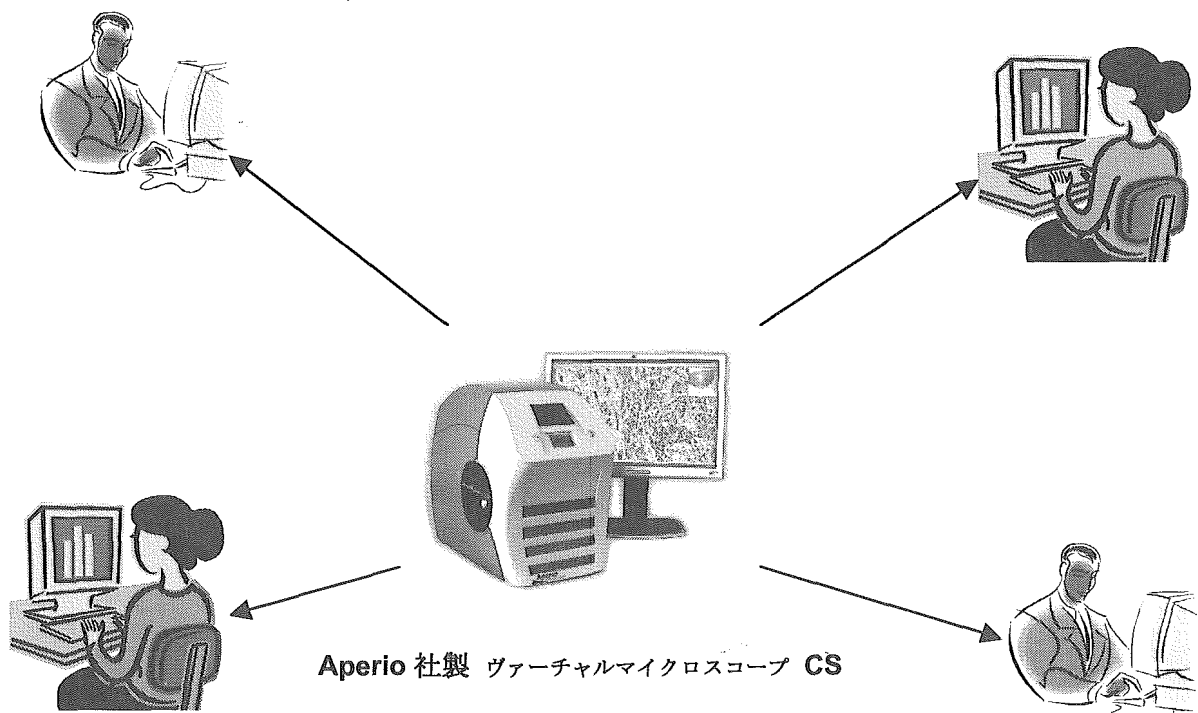
今、世界で主流になりつつあるユビキタス・ネットワーク社会、このユビキタス(ubiquitous)・いたるところに存在する(遍在)という意味をキーワードにヴァーチャルマイクロスコープと光通信網・無線通信網について考えてみたいと思います。

現在の日本国内において空港・地下鉄などの公共交通機関やホテル・会議場など人の集まる場所で光通信網・無線通信網が整備されていないところがないほど、日本という国はインフラが整備されています。この世界に類を見ない高品質のインフラを利用し出張先や会議の場で複数

の人が同時にバーチャルスコープを使いこなす。あたかも自分の手元に顕微鏡があるかのごとく診断やコンサルテーションを行えるメリットは大きなものあると思われます。

また稀有な病理例を保存し日本中ひいては世界中の病理学者同士の意見交換や病理図書館が手元のノートブックで実現可能となります。

デジタル化・ネットワーク化が進む社会で今後主流の一つになるであろう、ヴァーチャルマイクロスコープを海外の事例を交え発表いたします。



厚生労働省科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）
分担研究報告書

バーチャルスライド技術の応用

研究協力者 高松 輝賢 株式会社ダイレクトコミュニケーションズ

【はじめに】

昨今のデジタル化の流れの中で、顕微鏡の分野においてもデジタル化が進んできている。その特徴的な流れとして、バーチャルスライドがあげられる。このバーチャルスライドの技術的な背景と応用面について発表する。

【画像のデジタル化】

このバーチャルスライドに関しては、10年ほど前のデジタルカメラが出現したときと同じような背景が見て取れる。

デジタルカメラが登場したとき、多くの人は、フィルムカメラの方が解像度も良いし色再現も良いため、デジタルカメラを選択しなかった。

しかしながらその登場から10年がたち、現在では、デジタルカメラ全盛期を迎え、老舗カメラメーカーもフィルム方式からの撤退を発表するに至っている。

これは、デジタル化のメリットを多くのユーザーが共有したことに由来すると考えることができる。

デジタルカメラは撮影の手軽さ、管理のしやすさ、画像の配信、送付など、多くのメリットを持つ。これは、バーチャルスライドにも同様のことがいえる。

【バーチャルスライドの応用】

バーチャルスライドの応用として海外の状況を見ても、大きく2つ、教育利用とテレパソロジー

の利用が見て取れる。

教育利用としては、同一標本を大勢で観察でき、同一標本を配布し観察ができるというメリットがある。また、貴重症例の保存という利用にも褪色や破損をしないバーチャルスライドのメリットが共有できる。

さらに、テレパソロジーについては、遠隔操作顕微鏡ではできなかった、「後でまた見たい」が可能となる。バーチャルスライド機器の導入により、術中迅速診断だけでなく、ルーチンの病理診断においても、遠隔地の臨床検査技師や医師の手間を省いたオンデマンド診断が可能であり、観察側の病理医も時間に拘束されず診断が可能となるといえる。

【最後に】

今後はバーチャルスライド技術を通し、テレパソロジーのさらなる展開が可能になると思われる。