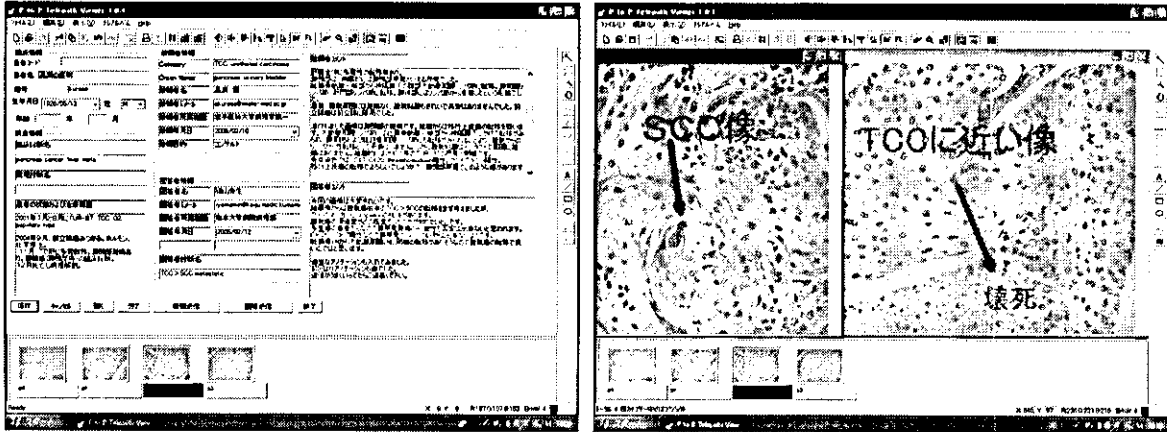


## P to P 支援ソフトβ版におけるα版からの改善点

1. 画像撮影用カメラソフト接続機能が削除され、ソフトを立ち上げると直ぐに P to P メイン画面が現れるようになった。
2. 名画面左にあったアルバム機能が削除され、メイン画面が見やすくなった。
3. 検索機能が付与された。
4. 画面が日本語化された。



## 改善作業中の課題

1. 添付画像枚数（最大 20 枚）と最大容量。
2. 依頼者、回答者の名前、所属、電子メールアドレスのリスト化と一体表示。
3. 添付画像の自動縮小変換機能。

## 検討が期待される課題

1. データベースとしての機能の充実。
  - a. 現在は送受信した症例のみについて検索が可能であるが、個人での症例のデータベース化を考えると、送信受信した症例以外にも同様にデータベース化してもらいたい。
  - b. 送受信したデータ、あるいは上記の通り個人で保存したデータが一覧表示される画面がメイン画面、あるいはメイン画面から直ぐに呼び出せる位置にほしい。データ一覧を見る際に検索画面を出すのは利便性が悪いしデータの集積状況が直ぐに分かりづらい。
2. マッキントッシュでの稼働。
3. 画面デザインのブラッシュアップ。不要なメニューの削除等。
4. 使いやすさを認識できるソフトに。

## 総括

画像を用いた意見交換を P to P 支援ソフトを用いずに電子メールで行う際、前述の通り個人で行うべき様々な手間がありこのことが「簡単に意見交換できる環境」への障害となっている。しかし当該ソフトを用いるとこれらの手間が不要で、一気に「簡単に意見交換できる環境」へ誘導されるとの印象をもつ。ソフト稼働の際に説明書を読まずとも基本機能は把握できる点も有り難い。このソフトが流布し「簡単に意見交換できる環境」が実現することは、目にはみえない底辺において病理診断の精度向上に寄与すると思われる。使いやすさを考慮してさらなる改良が期待される。

報告書作成： 黒瀬 顕

## テレパソロジー機器の開発及びテレパソロジーガイドラインの作成

分担研究者 土橋 康成

(財) ルイ・パストゥール医学研究センター

臨床病理研究部部長

研究要旨 次世代標準化テレパソロジーシステムの一つとして開発した、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について、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、病理診断コンサルテーション及びルーチンの細胞診のワークフローに良く合致し、従来の公衆回線依存の同期型システムは不向きであったこれらの診断・コンサルテーション領域に対して、テレパソロジーの実運用を可能とすることが明らかとなった。しかし日本の病理・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、その改善は本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。次に従来の同期型テレパソロジーシステムを用いた術中迅速遠隔病理診断に対して、その運用ガイドラインを作成し、その妥当性を検討したところ、安全で有効なテレパソロジーの運用に役立つことが明らかとなった。今後テレパソロジーのより広い領域に対して運用ガイドラインの作成を進める必要があるが、それはテレパソロジーに対するより適切な保険診療化の為に必要となると考えられた。

### A. 研究目的

1) センター方式テレパソロジーの実証実験：平成15年度経済産業省「保険医療福祉分野における標準化事業」

(標準的遠隔医療システムの開発・実証プロジェクト)で開発した「遠隔診断コンサルテーションシステム」について、その有用性、有効性を検討する。特に

ルーチンの細胞診への適用性を検討し、今後のシステム普及への問題点を明らかにする。

2) テレパソロジー運用ガイドラインの作成： 術中迅速遠隔病理診断を、主に公衆回線依存の同期式テレパソロジーシステムを用いて行う際の、運用ガイドラインを作成し、その妥当性を検討する。

3) テレパソロジーの実用化と保険診療導入の課題検討：

テレパソロジーシステム、オリンパス社製オルミコスについて、画像入力時間短縮の為の機器改良を行うと共に、細胞診・組織診両領域での適切なシステム運用法の確立を行った上で、テレパソロジーの運用実態を踏まえたテレパソロジーの適切な保険診療化への課題を明らかにする。

## B. 研究方法

1) 平成 15 年度経済産業省「保険医療福祉分野における標化事業」（標準的遠隔医療システムの開発・実証プロジェクト）で開発された「インターネット依存、センターサーバ方式新標準化テレパソロジーシステム」のソフトウェアを、診断の受け手側として、1) ルイ・パストゥール医学研究センター、および京都大学病院病理部の 2 施設、また

診断の依頼側として、京都の二つの代表的細胞診の診断センターである、

(株) J・C・R と、(株) 日本セルネットの 2 施設、合計 4 施設を選び、それぞれの端末コンピュータに搭載した。それぞれの施設間を広帯域インターネット回線で接続した。平成 16 年 12 月から平成 17 年 2 月の期間に、38 例の細胞診症例の診断・コンサルテーションを行うことを通じて、同システムの利点と欠点の抽出を行った。

2) 京都府下の術中迅速遠隔病理診断を行う際に作られた運用ガイドライン試案（土橋康成、真崎 武：テレサイトロジーの現状 医学のあゆみ 196 (12), pp877-880, 2001) を基礎として、平成 16 年 8 月、盛岡にて開催された第 3 回日本テレパソロジー研究会総会におけるワークショップ「テレパソロジー運用ガイドライン試案作成の諸問題」における議論の結果を加味して、主に公衆回線依存の同期型遠隔病理診断システムを用いて行う術中迅速病理診断に対する運用ガイドラインを新たに作成した。(財) ルイ・パストゥール医学研究センターを中心とした京都府下のテレパソロジーにこの運用ガイドラインを適用し、その妥当性の検討を行った。

3) テレパソロジーの実用化と保険診

療導入の課題検討：

(1) テレパソロジーシステム、オリンパス社製オルミコスの画像入力時間短縮の機器改良：

京都で使用しているオルミコスの顕微鏡テレビカメラ、ソニー社製 DXC-970 の、画像取得の際に働いている、2つある絞りの内、レンズに付ける外付け絞りの方をマニュアル固定とし、露出時間を変化させる CCD-絞りを専ら用いて、顕微鏡画像をより短時間で取得させようとした。外付け絞りをマニュアル固定させる為に、リモートコントロールユニット、ソニー社製、RM-C950 を使いた。腹水の細胞診材料を用いて、外付け絞りを従来のように固定しない場合と、今回の改良でこれを固定した場合とで、画像取得時間を比較検討した。

(2)

画像取得時間の短縮化の機器改良を達成した上で、京都府下の細胞診および組織診の術中迅速診断を、テレパソロジー運用ガイドラインに基づいて実運用し、術中迅速遠隔診断の、より適切な保険診療化への課題を検討した。

### C. 研究結果

1) インターネット依存、センターサーバ方式新標準化テレパソロジーシステムを用いて行われた細胞診断の症例リスト、ユーザ認証画面、および代表的診断画像サムネイル表示を図1～3

に掲げた。また抽出された同システムの利点と、欠点・課題を表1および表2に掲げた。

The screenshot shows a window titled 'システム' (System) with a menu bar containing 'ファイル(F)', '編集(E)', '表示(O)', 'ツール(T)', 'ヘルプ(H)'. Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations. The main area contains a table with several columns and rows of data, likely representing system parameters or user information. The table has a header row and several data rows with varying text content.

図1

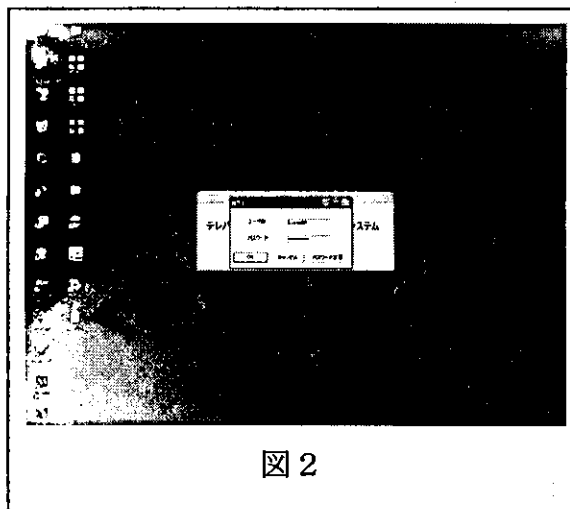


図2

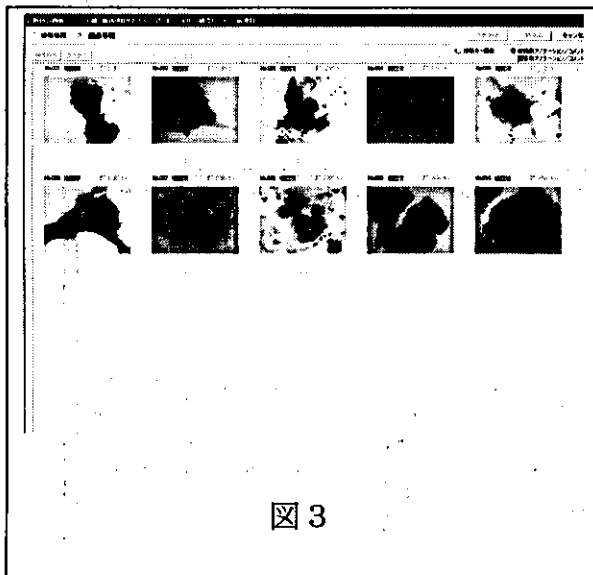


図 3

**表 1. 利点の要約**

- 1) 非同期機能により、応答時間に制約なし。
- 2) 送信画像容量の制限なし。
- 3) 画像送信時にファイルサイズを気にしない。
- 4) 標準化された依頼様式は実用的で便利。
- 5) アーカイブに直結し、教育、研修、研究目的の症例収集に直結
- 6) セキュリティーを一定レベルでクリアした。
- 7) ルーチンの細胞診や診断コンサルテーションに適した。

**表 2. 欠点・課題の要約**

- 1) インターネット依存システムの安定性・信頼性の問題
  - ・サーバ管理

- ・クライアントシステム管理
- 2) 動作環境の制限：マッキントッシュユーザへの対応も必要
- 3) ネットワークのファイアウォールを超えられるか？
- 4) 回線事情の不均衡
- 5) 画像入力環境が一般的には乏しい
- 6) 入力画面構成に改良の余地あり（文字が小さい、ラジオボタンの位置が不適切、画像サイズの不均衡が画像表示の不均衡となる、など）
- 7) 運用面でのサーバの管理に課題
- 8) システム運用の明確化、アーカイブ目的の明確化が必要

**2) 公衆回線依存の同期型遠隔病理診断システムを用いて行う術中迅速病理診断に対する運用ガイドライン：**

**診断依頼側施設におけるテレパソロジー実施の基本環境の整備**

- 1) 診断依頼側施設としてテレパソロジーを責任担当出来る医療チームを構成すること。具体的には
  - (1) 使用するテレパソロジー機器について、十分な基礎知識と基本操作技術を持った、医師および技師を配置すること。
  - (2) 病院内に迅速凍結切片標本および迅速細胞診の標本作製の機器整備が適切に行われ、かつ迅速凍結切片標本

および迅速細胞診の標本作製技術をもった検査技師を配置すること。

2) テレパソロジーの円滑な運用の為に、テレパソロジー担当者に次の連絡手段を確保すること。

(1) 患者情報の秘守が保証され、かつ速やかな応答が可能なファックス

(2) テレパソロジー用に常時速やかに応答し得る電子メール

3) 遠隔病理診断・コンサルテーションに参加する医師、技師、および遠隔診断病理医の三者の良好な意志疎通を常に保持すること。

#### 遠隔診断実施の具体的手順

1) 遠隔病理診断・コンサルテーションを依頼する病院（以下依頼側施設）は、遠隔病理診断・コンサルテーションの必要が発生した都度、直ちにその旨を、診断受託側施設（以下受託側施設）に伝え、両者の事前協議による日程および時間調整を経て、遠隔病理診断の実施を予約する。

2) 事前予約により実施の決まった遠隔病理診断・コンサルテーションに対して、診断依頼側施設、診断受諾施設双方の関係者は、その日時に合わせて、遠隔診断の実施に対して十分な態勢を整える。

3) 診断依頼側施設の主治医は、予定

される遠隔診断症例の臨床情報の要点、提出予定検体の臓器種別、提出個数、および遠隔診断の目的を、診断受諾施設の担当病理医に事前に伝えることを義務とする。

4) 診断依頼側施設の主治医または検査技師は、遠隔病理診断あるいは遠隔細胞診断用の検体が提出された時点で、「検体が提出され、これから標本作製に取りかかること」を、診断受諾側施設の担当病理医に電話で伝える。

5) 4) を受けた診断受諾側施設の担当病理医は、直ちに遠隔診断受信用システムを立ち上げ、診断画像情報の受信に対してスタンバイし、待機する。

6) 診断依頼側施設の担当検査技師は、遠隔病理診断用の組織標本または細胞診標本を作成後、直ちにそのスタート画像を取り込み、患者基本情報とともに診断受諾側施設の担当病理医宛て、送信する。

7) 6) の送信情報を受信した診断受諾側施設の担当病理医は、顕微鏡遠隔操作により診断を進める。また必要に応じて診断依頼側施設の主治医または同担当技師に、患者または検体情報の追加を求める。

8) 診断受諾施設の担当病理医は、7) で得られた診断過程と結果を、音声情報で直接主治医に伝えるとともに、診断依頼側および診断受諾側施設双方で同期・共有するコンピュータ画面上に、決め手となった診断画像情報を提示し、かつ診断結果を文字情報に表して、確実に主治医に伝えることとする。

9) 診断依頼側施設の担当検査技師は、遠隔診断が終了後、用いた組織切片標本または細胞診標本を、速達または宅急便などの速やかな方法により、遠隔診断を行った担当病理医の元へ届けることとする。

10) 遠隔病理診断を担当した病理医は、9) で送られた組織切片標本または細胞診標本を受け取り次第、直接顕微鏡下にこれらを観察し、再度診断を行い、遠隔診断の正誤を判定する。

11) 10) において遠隔診断に誤りがあったことが判明した場合は、そのことを遅滞なく診断依頼側施設の主治医に伝え、正しい診断結果を改めて伝えることとする。

12) 遠隔病理診断の結果は、観察した画像情報の全てとともに、適切な電子媒体に保存記録し、必要な場合には直ちに再生出来るようにする。

13) 診断依頼側施設のテレパソロジー関係者と、診断受諾側施設のテレパソロジー担当病理医とは、定期的に直接対面の会合を持ち、内外のテレパソロジーに関する諸問題の情報を共有し、テレパソロジーのより良き運営方法と活用法を検討する。

上記テレパソロジー運用ガイドラインに基づいて、京都府におけるテレパソロジーの実地運用に適用したところ、安全で有効な遠隔診断・コンサルテーションを行うことが出来た。従って当運用ガイドラインの内容は妥当であると判断された。

### 3) (1)

テレパソロジーシステム、オリンパス社製オルミコスの画像入力時間短縮の機器改良結果：

腹水細胞診画像の適切な取り込みに於いて、画像取得時間が5秒から1.4秒まで短縮したことが明らかとなった。

### 3) (2)

画像取得時間の短縮化を達成した上で、テレパソロジー運用ガイドラインに基づいたテレパソロジーの実運用を行ったところ、組織診断、細胞診断を含めた術中迅速遠隔診断のより適切な保険診療化の為に、次の4点の課題が抽出された。

1) テレパソロジーは地域医療の質を

確保する上で極めて有効な社会システムとして位置づけられ、これを整備し自立的に運用するために、発生経費の適切な見積もりを改めて行い、医療実態にあった保険診療化が行われる必要があること。

2) 術中迅速組織診断に対する現行の保険点数は、実際に発生している経費を大幅に下回っていると考えられ、これを補うべく遠隔加算を設ける必要があること。

3) 現行の保険制度で遠隔病理診断受諾施設に設けられている施設基準は、安全で有効なテレパソロジーの運用の実現に対して意味が乏しく、寧ろ遠隔病理診断の普及に対して妨げとなっていること。

4) 3) の施設基準の代わりに、本質的に必要なことは、運用ガイドラインに沿ってテレパソロジーの全貌を理解し、システムの操作に習熟した、遠隔病理診断医の個人資格基準の設置であること。

5) 術中迅速細胞診に対して、組織診断の場合と同様に、ルーチンの診断とは区別した術中迅速という保険診療枠を設ける必要があり、さらにそれを遠隔で行った場合に対して遠隔加算を設ける必要があること。

#### D. 考察

病理診断コンサルテーション、細胞診

断に対して、インターネット依存、センターサーバ方式新標準化テレパソロジーシステムは有効であると判断された。従来の公衆回線依存・同期型テレパソロジーシステムと並んで有用なテレパソロジーシステムの一範疇を形成するものと考えられる。

一方従来の公衆回線依存、同期型テレパソロジーシステムは、術中迅速診断支援に適した一つの確立したテレパソロジーの範疇を既に形成している。画像取得時間の短縮に係わる機器の改良を加え、運用ガイドラインを作成、適用してシステムを運用することは、病理医不足の中で、地域医療支援を行う優れた社会システムを構築することに他ならない。このシステムを構築、維持、発展させて行くためには、その経済基盤を提供するものとして、適切な見積もりと、適切な適用基準による保険診療化が不可欠かつ喫緊の課題となる。

#### 結論

テレパソロジーは、病理診断の利便性向上を通じて医療の質確保に貢献し得る IT システムである。その機能およびシステム構築上の特性によって、同期式、非同期式、公衆回線依存、インターネット依存、能動型、受動型などに分類可能である。これらはそれぞれに目的に応じた適性が見出された。



公衆回線依存、同期型テレパソロジーシステムは、術中迅速診断支援に適し、一方、インターネット依存、センターサーバ方式新標準化テレパソロジーシステムはルーチンの細胞診断や病理組織診断コンサルテーションに適していた。何れも地域医療支援、病理細胞診断支援に対して優れた社会システムと考えられ、その構築・維持・発展のためには適切な内容での保険診療化を図ることが必要と考えられた。

#### F. 健康危険情報

該当事項なし。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1) 東福寺幾夫、近藤恵美、土橋康成：  
イタリア・シシリー島の移植医療を支えるテレパソロジー 医学のあゆみ  
Vol.208 No.13 pp1054-1056, 2004

2) 真崎 武、土橋康成：細胞診における画像電子化の技術課題 日本臨床細胞学会誌 Vol.43(3), pp191-194, 2004

3) 土橋康成： テレパソロジーの進歩とインターネット依存、センター方式次世代標準化システム、日本臨床細胞学会雑誌 第43巻 補冊2号、pp361

4) 土橋康成： 地域医療支援遠隔病理診断、テレパソロジー：京都における13年の歩みと課題 日本臨床外科学会雑誌 第65巻増刊号 pp225

5) Yasunari Tsuchihashi, Taizo Shiraishi, Mariko Ohshiro, Yoshifumi Kanno, Masayoshi Togano, Hisao Igarashi, Ikuo Tofukuji, Kanae Nakasato, Hiroji Akiyama and Tsuneo Yamada: DEVELOPMENT AND FIELD TEST OF A NEW AGE STANDARDIZED TELEPATHOLOGY SYSTEM USING A BROAD BAND INTERNET AND SECURITY FUNCTION BY AN IC CARD. In Abstract, 7th European Telepathology Congress, p69, Pozan, 2004

6) Shin-ichi Murata, Toshiharu Kishikawa, Yoshitaka Isojima, Yasunari Tsuchihashi and Ryohei Katoh.: Unusual Cytologic Findings in Low Grade Papillary Transitional Cell Carcinoma: ACTA CYTOLOGICA Vol. 48(4)., pp 492-496, 2004

##### 2. 学会発表

1) Yasunari Tsuchihashi, Taizo Shiraishi, Mariko Ohshiro, Yoshifumi Kanno, Masayoshi Togano, Hisao Igarashi, Ikuo Tofukuji, Kanae Nakasato, Hiroji Akiyama and

Tsuneo Yamada: DEVELOPMENT AND  
FIELD TEST OF A NEW AGE STANDARDIZED  
TELEPATHOLOGY SYSTEM USING A BROAD  
BAND INTERNET AND SECURITY FUNCTION  
BY AN IC CARD. 7th European  
Telepathology Congress, Pozan,  
2004.07.09

期大会、東京、2004.11.13

H. 知的財産権の出願・登録状況  
該当事項なし。

2) 土橋康成: テレパソロジー運用  
ガイドライン試案作成の諸問題 ワー  
クショップ 第3回日本テレパソロジ  
ー研究会総会、盛岡、2004.08.20

3) 土橋康成: アーカイブ機能が付  
与されたインターネット依存センター  
方式次世代標準化テレパソロジーシス  
テムの応用性の検討 第3回日本テレ  
パソロジー研究会総会、盛岡、  
2004.08.21

4) 土橋康成: 地域医療支援遠隔病  
理診断、テレパソロジー: 京都におけ  
る13年の歩みと課題 シンポジウム  
遠隔医療ネットワークの現状と展望  
第66回日本臨床外科学会総会、盛岡、  
2004.10.15

5) 土橋康成: テレパソロジーの進  
歩とインターネット依存、センター方  
式次世代標準化システム: シンポジウ  
ム エレクトロニックサイトロジーの  
新展開 第43回日本臨床細胞学会秋

## 地域医療とネットワーク形成、セキュリティの問題

岩手医科大学・総合情報センター 千葉岳, 高橋友樹, 斉藤健司, 澤井高志

近年のインターネットのブロードバンド化およびパソコン, サーバの高性能化に伴い, 医学研究や医療の支援が可能となってきているが, 同時にセキュリティ, コストなど利便性と相反する問題の解決も重要である.

本研究では, 静止画像を中心とした病理医支援ファイリングシステムを実例とし, 適正システムの構築・運用方法について検討した.

### A. 研究目的

ブロードバンド環境における遠隔診断, 遠隔医療を支援するための適正システムを構築し, その機能に対する運用を含めたセキュリティおよびコスト対策について検討し, 当該専門分野の支援システムのあり方を模索する.

### B. 研究方法

病理医支援ファイリングシステムをWEBアプリケーションで構築し, これを病理医が評価をする. 事前に必要とされるセキュリティおよびコスト対策, 利用者による管理運用を繰り返し行い, 利用者に必要な機能を満足させるよう仕様の高度化を図った.

セキュリティ面では, 公衆回線であるインターネットを使用するため, 盗聴や改竄の恐れがあり, 認証および通信路の暗号化を行った. また, 提供されるファイルがウイルスに感染していないかのチェックも行い, ウイルスの拡散を防ぐ仕組みとした.

これらのシステム構築にあたっては, 実績のあるフリーのソフトウェアを採用し, 組み合わせることで開発コストを抑制した.

### C. 研究結果

これまでの専用線を用いた遠隔情報支援システムと比較して, より低コストで同等の情報共有システムを構築することが可能となった.

また, 利用者がセキュリティ対策を考慮せずに, 自らが運用管理を行える設計としたため, システム管理者はサーバの管理に専念できることとなった.

### D. 考察

今回, 使用したソフトウェアは, コスト抑制のため, クライアントを含めて全てフリーウェアで構成したが, 特定のブラウザでは仕様によりログインに失敗するなどの問題も起きた. しかし, この問題は最新ブラウザを使う運用ポリシーとして設定することにより回避できる.

WEBアプリケーションの利点は, 既存の回線およびソフトウェアを利用できるため経済性に優れる面と, 要望に合わせてカスタマイズが行い易い面が挙げられる. これまでページの運用は, HTMLのプログラミング知識を持った人物しか管理・編集ができなかった. 本WEBアプリケーションでは, 知識のない利用者でも管理・更新ができるように作成することができるため, できる限り利用者にページ運用を任せるように開発を行った.

また, 個人情報保護の観点から, サーバに情報を集約することは, 情報の散逸を防ぐための対策として有効である. 本システムは, 基本的にそのような構造となっているが, より最適なものとするため, 機能と運用ポリシー, サーバの信頼性の向上と保守管理方法, 体制について検討を続けることとする.

### E. 結論

本支援システムの構築・運用条件の検討により, 遠隔医療, 遠隔診断のための情報共有基盤として, ブロードバンド化インターネットを介して行うことが可能である.

# 地域医療とネットワーク形成 セキュリティの問題

岩手医科大学総合情報センター  
千葉 岳  
高橋 友樹  
斉藤 健司  
澤井 高志

岩手医科大学総合情報センター

## はじめに

### ■背景

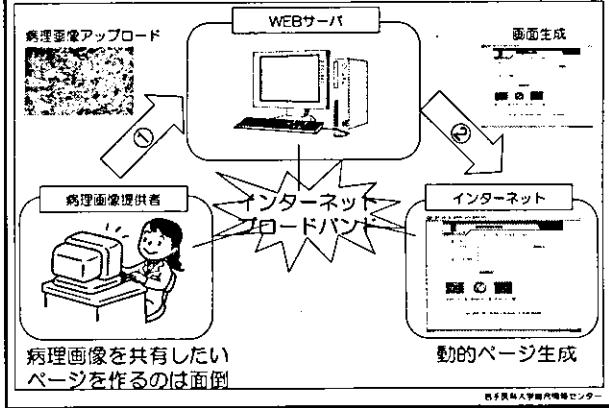
- ・インターネットのブロードバンド化
- ・パソコン、サーバの高性能化

### ■要望

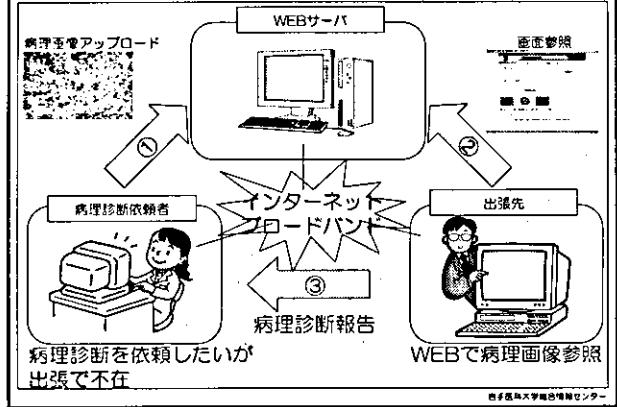
- ・情報共有や連携がしたい
- ・病理画像をやり取りしたい
- ・遠隔地の医師と早急な対処がしたい
- ・etc.

岩手医科大学総合情報センター

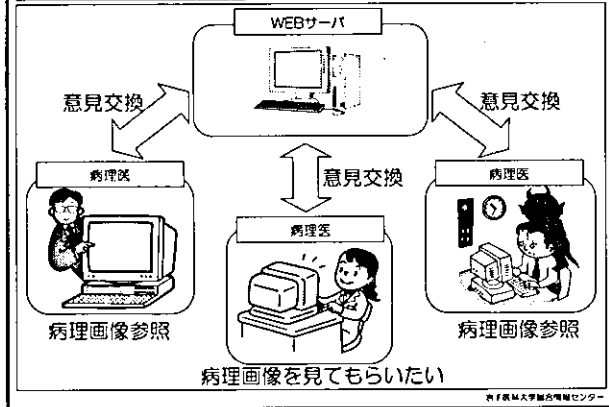
### 要望①：情報共有がしたい



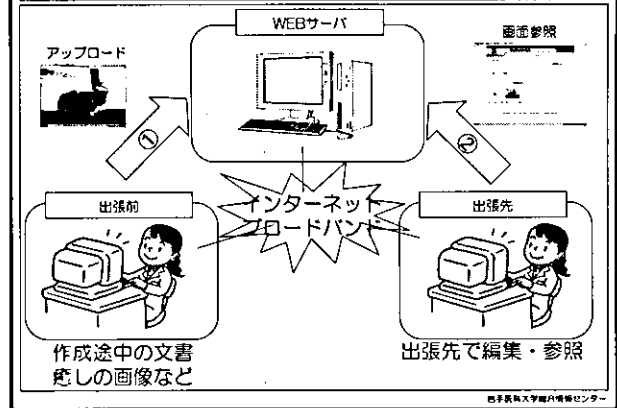
### 要望②：出張先でも病理診断がしたい



### 要望③：コラボレーションツールが欲しい



### 要望④：サーバを個人フォルダとして扱いたい



## 問題点

- ・どのようにセキュリティを保つのか？  
\* 技術的、物理的、人的セキュリティ
- ・どのように情報共有するか？  
\* 利便性、簡易性を実現する必要
- ・どのくらいコストがかかるのか？  
\* 専用ハードやソフトの開発費  
\* 保守、管理費用  
⇒ 何らかの方法で要望を実現したい！

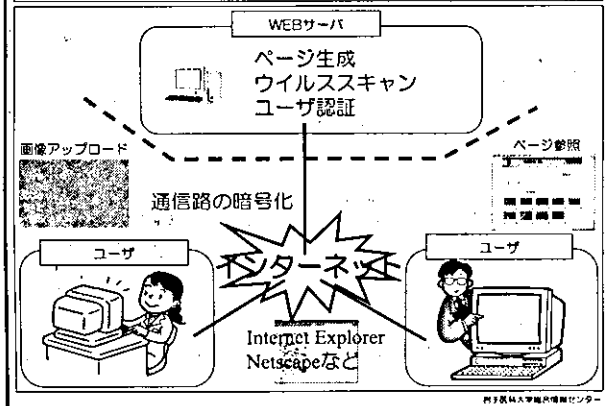
西子医科大学総合情報センター

## 解決策

- ・ブラウザを利用したWEBアプリケーション
1. 経済性重視、開発コストをかけない
    - ・フリーのソフトウェアを組み合わせる
    - ・専用ソフトウェアを必要としない
    - ・ユーザ側の端末性能に依存しない
  2. 遠隔病理診断の支援
    - ・グループでの情報共有

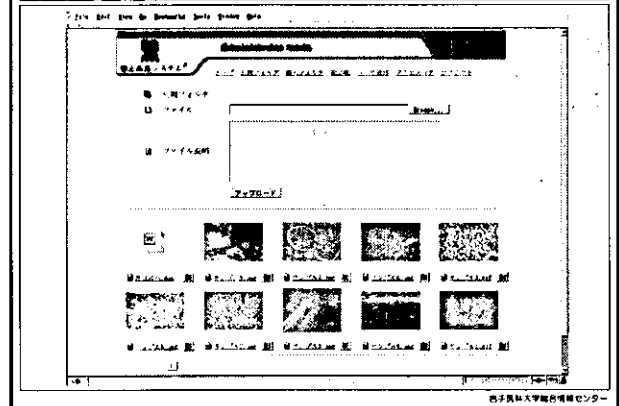
西子医科大学総合情報センター

## システム構成



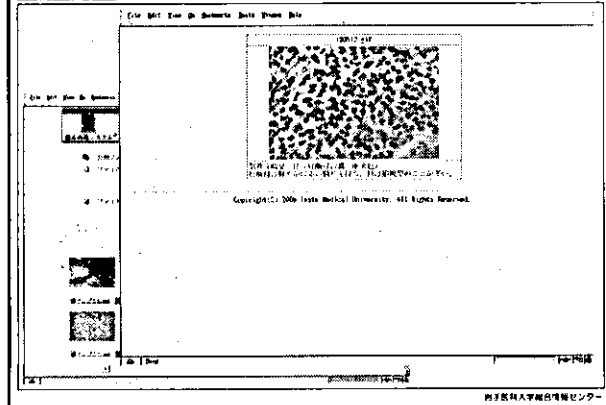
西子医科大学総合情報センター

## 開発したシステム



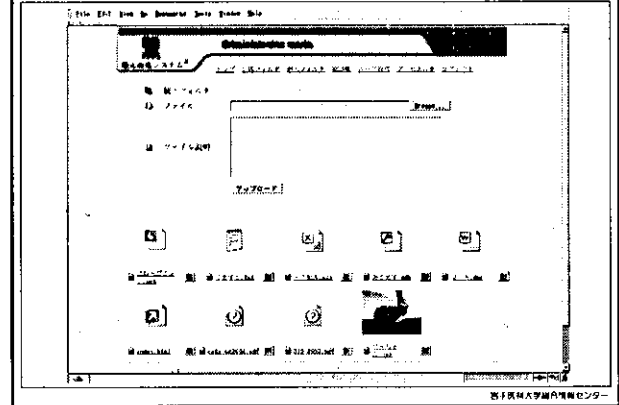
西子医科大学総合情報センター

## ファイル詳細画面

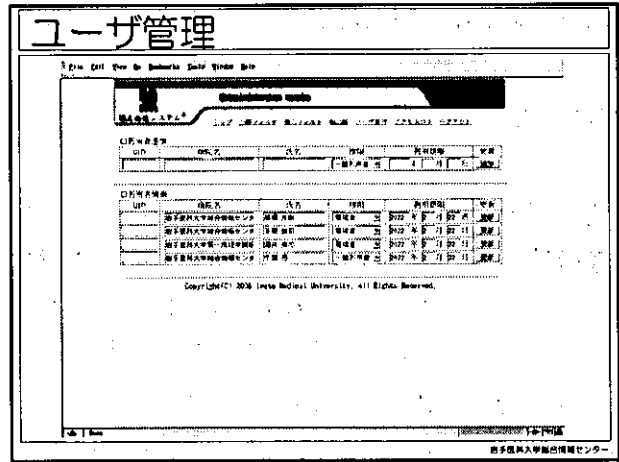
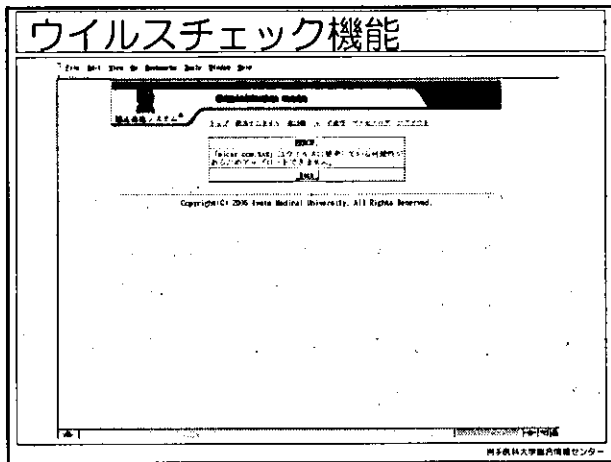


西子医科大学総合情報センター

## 個人フォルダ機能



西子医科大学総合情報センター



### 結果と考察

- 結果
  - ・簡単な操作でWEBブラウザを使ったファイル共有が可能となった
- 考察
  - ・実用に耐えうるものかさらに検証を重ねる
  - ・実用化にあたっては保守・管理体制の確立
  - ・セキュリティポリシーを設定し、それに基づいたルールに沿って運用を行う

Copyright © 2006 Iwate National University. All Rights Reserved.

## 標本全体を迅速に画像化する高速画像取得顕微鏡の開発と周辺技術に関する調査

放射線医学総合研究所 安田仲宏

遠隔病理診断を実現する次世代システムに求められる要素技術には、1) 迅速な画像取得を可能にする顕微鏡システム、2) 大容量の画像を表示・保存する技術、これに伴う画像圧縮技術、3) 高速な画像伝送ネットワークの3つを総合的に捉え、全てを1つに抱合する新しい枠組みを検討する必要がある。これまでに、新しい顕微鏡を開発したことにより、高速撮像は実現された。2)や3)へ研究のフェーズを移行させるためには、画像のクオリティに対する枠組みが必要である。今のところこれに対する明確な指針がないので、2次元情報として得られてくるデジタルファイルが有している情報が実際の試料とどの程度食い違うかについて検討し、それを解決する手法を考案した。

高領域画像高速取得顕微鏡(HSP-1000)により、複数標本の全面撮像を試みている。また、これまでは、開発の経緯から、汎用性を持たせるために病理標本に特化されていなかったが、この目的に特化した顕微鏡システム開発に着手している。この過程で、明らかになってきている問題点は、標本全面に渡って焦点を合わせることが困難である点と、焦点を合わせて撮像された画像を観察した場合に、実際の検体と見比べてベストと思われる位置が、観察者により微妙に異なる点にある。これは、検体の厚み・調整法が微妙に異なることと、被写界深度の限界から検体上に存在する全ての情報をデジタル化できていないことが理由として挙げられる。これは、細胞診において特に顕著にあり、深さ方向にピントの合う3次元情報を持たない限り、標本情報を完全にデジタルに移植できないことを示している。このため、我々は、1) 多焦点画像を連続表示するシステムの開発を行った。これを用いて、2) スライドガラスによる細胞標本の代用となるバーチャルスライドを開発するために、単焦点画像と多焦点画像から得られる情報量について比較した。

### 1) 多焦点画像を連続表示するシステムの開発

HSP-1000 による試料全面撮像を焦点面を変えながら行い、深さ方向に複数の画像(多焦点画像)を得る。この一連の画像群をあらかじめ専用(新規開発)の画像ボードに読み込む。この画像をモニタ上に表示させ、マウス操作(ホイール)により1枚1枚を「パラパラ漫画」のように表示させる。というのがアイデアの概要である。8,000 pixel x 8,000 pixel の画像を表示させることが可能で、拡大縮小もクリック一つで切り替えることが可能である。あらかじめ全部の情報を取得して、システムにダウンロードする手間が必要であるが、HSP-1000 による試料の全面高速画像化が可能になったことと、本システムにより3次元情報を表現するツールを持ちえたという点において、真の意味でのバーチャルマイクロコプを実現する基礎技術開発ができたと考えている。現状は、8,000 pixel x 8,000 pixel の画像を16枚しか取り扱うことができないが、必要量のメモリを搭載することにより、さらに大面積の画像をハンドリングすることが可能である。この装置は、(株)ケーアイテクノロジーにより、「パソグラフ」として製品化されている。

### 2) 細胞標本における単焦点画像と多焦点画像から得られる情報量について比較

婦人科子宮頸部標本 4 例（軽度異型成、中等度異型成、高度異型成、上皮内癌の各 1 例）、および子宮内膜標本 5 例（正常増殖期、萎縮期、単純子宮内膜増殖症、異型内膜増殖症、高分化型内膜腺癌の各 1 例）の計 9 例を対象とした。撮像は、オリンパス社製 BX-51、ニコン社製 D-100(600 万画素)の組み合わせで行った。診断の根拠となる細胞を含む部位とし、スライドガラス側にて全ての細胞に焦点が合わない焦点位置より撮影を開始し、カバーガラスに向かって 1.5\_μm毎に連続する 16 枚の画像を作成した。撮影倍率は対物 20 倍と 40 倍のそれぞれで撮影した。単焦点画像は、16 層に重ねられた画像のうち、診断の根拠となる細胞の核に焦点が合った 1 枚の画像とした。画像の比較は、先に単焦点画像により核縁焦点が合う核数を測定し、次に多焦点画像として 16 層の全ての画像より核縁に焦点が核数を測定し、多焦点画像の核数を基準とした場合の単焦点画像の核数を百分率で算出し比較した。

単焦点画像と多焦点画像の情報量の差を観察可能な核で測定した場合、単焦点画像による情報量は多焦点画像の半分にも満たないことが分かった。だからといって単焦点画像は全く診断的能力を欠如していることではない。診断に必要な情報が画像に盛り込まれていれば、単焦点画像でも診断は可能となる。しかし、全ての症例において問題となる細胞を単焦点で確実に捕らえることができるのかは甚だ疑問である。具体的には判定基準が個々の細胞像よりも細胞集塊の構造を重視する場合は単焦点では情報量不足となる可能性が高い。実際の鏡検作業でもフォーカスを全く使わずに細胞の判定を行っている者はいないと考えると、遠隔画像診断といえども多焦点画像の表示は必要な技術となると強く思われた。

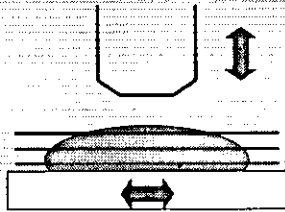
#### まとめ

試料の高速画像化技術により、大量のスライド全体の画像が得られるようになり、あらためて、個々の画像の質が問題になってきている。ここでは、細胞診の試料を用いて単焦点画像と多焦点画像の持つ情報量の違いを議論したが、病理試料においても調整法の違いにより、少なからず同様の問題を含んでいる。完全に試料をデジタル化するため(診断用にデジタル化することとイコールではないかもしれない)には、3次元情報を取得すべきであるという結論を得た。

試料全面の多層焦点画像を迅速に表示するシステムのプロトタイプを実現化したが、1枚1枚の画像のずれを補正する技術、および画像圧縮技術検討は今後の問題である。



## 試料全面の3次元撮像



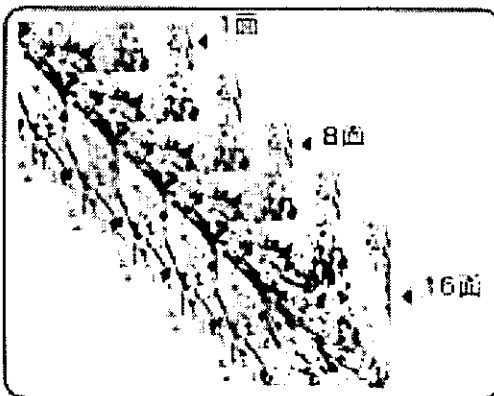
- ・試料の全面撮像
- ・深さの異なる撮像の繰り返し

完全な3次元全面デジタル化

真の意味での  
バーチャルマイクروسコープの実現

## 大容量画像の「パラパラ漫画方式」による表示

(株)ケーアイテクノロジーによる



### ■マウスにより顕微鏡の走査を実現

- ・多焦点表示(フォーカス)
- ・スクロール(ステージ操作)
- ・拡大・縮小(対物レンズ交換)

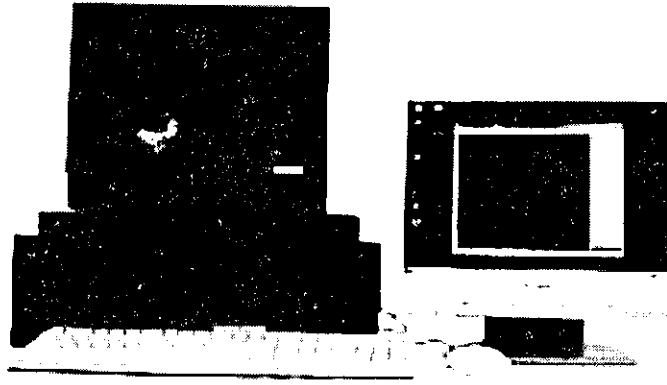
### ■ネットワーク

- ・画像上の座標(3次元)のみを通信によりやりとりすることで、遠隔地でも同じ像を見ることが出来る

\*3次元の画像群は、あらかじめ双方が持っていることが前提

# パソコングラフィック(株)ケーアイテクノロジー

11.7インチ・800×600画素・16.7兆色  
風量フォーマット BMP・16色、メモリ DIMM 512MB×2枚  
[合計1GB]、  
所帯表示 NTSCカラー(コンシット(出力、5出力))  
ハード動機 PC3(1-1)



## バーチャルスライドの現状

高松 輝賢 1)、熊谷 久義 1)、鄭 衆喜 1)、佐藤 達資 2)、三浦 富智 2)、野坂 大喜 2)、川口 順三 3)

1)株式会社ダイレクトコミュニケーションズ、2)弘前大学医学部保健学科、3)カールツァイス株式会社

### 【はじめに】

最近、顕微鏡分野においても急速に IT 革命の波が押し寄せており、その代表例としてバーチャルスライドが挙げられる。

バーチャルスライドとは、プレパラート上の標本の全体で、高倍率に電子画像を取得し、電子データとし、その電子データ（コンピュータ画像）を閲覧、観察するものである。

コンピュータによって画像を扱う技術は、昨今のコンピュータ技術のハードウェアにおける進化と、画像処理アルゴリズムの改善・高速化、デジタルカメラの普及によって急速に進化を遂げたといえる。

デジタル技術の臨床医学応用として、弘前大学佐藤らは、癌細胞を画像処理によって計測し、客観データとして処理を行う事による病理診断応用を、一方岩手医科大学中村は、病理診断における電子画像の有用性について国内に於いていち早く注目し、バーチャルスライドの研究を行っていた。これらの研究をベースとして標本電子化の仕組みが、株式会社ダイレクトコミュニケーションズの FA（工場内の自動化技術）技術を応用することで、バーチャルスライドが考案され、作成技術を実現し製品化した。

現在、国内に於いて大きく5社、オリンパス（Aperio）、ニコン、浜松ホトニクス、カールツァイス（ダイレクトコミュニケーションズ）、セイコープレジジョンが参入を表明あるいは販売を行っており、2005年の病理分野におけるバーチャルスライド化は大きく前進するものと想定される。

### 【バーチャルスライドの撮影方式】

現在、バーチャルスライドの撮影方式については、大きく2種類に分かれる。ラインセンサ方式と CCD カメラ（エリアセンサ）方式である。ラインセンサとは1次元のセンサで、センサの配列と鉛直方向にセンサを動かす事で2次元の画像を撮影する方式である。一般的に500画素～5,000画素程度のものが使用されている。もう一方の CCD カメラ方式はテレビカメラやデジタルカメラに使用されている2次元のマトリクス上に配列されたセンサである。一般的には300,000画素～5,000,000画素のカメラが使用されている。ラインセンサ方式はオリンパス、浜松ホトニクス、セイコープレジジョンが採用し、CCD カメラ方式はニコン、カールツァイス（ダイレクトコミュニケーションズ）が採用しており、それぞれの撮影方式の特長を活かした製品が発表されている。

	ラインセンサ方式	CCD カメラ方式
撮影速度	◎	△
フォーカス追従	×	○
倍率	△	◎
レンズ収差	△	○
耐振動性能	△	○
メンテナンス性	△	○

撮影方式による特徴は、ラインセンサ方式がスキャン方式で、ステージを止めることなく連続稼働するため、速度面で優れているが、フォーカスの追従性能などではセンサの性質上苦手としている。CCD カメラ方式では、視野毎にステージを止めて撮影するため、一般的に撮影速度が遅い代わりに、フォーカスの追従性能などに利点がある。各メーカーが、この利点を活かし、欠点を如何に補完するかが今後の開発のキーポイントとなる。一例として、カールツァイス（ダイレクトコミュニケーションズ）のバーチャルスライドシステムは、CCD カメラ方式であるが、FA で実績のある高速高精度なモーターを使用し、かつ、高速な演算アルゴリズムを使用する事で、ラインセンサ方式と同等の速度を実現している。

#### 【技術的課題】

現行のコンピュータは 32bit で稼働するが、 $2^{32}$  のメモリ管理が出来る事になるが  $2^{32} =$  約 4GB ということになる。ただし、この中で一つのアプリケーションが占有できる連続メモリ領域は約 500MB 程である。120 万画素のカメラで対物 40 倍の撮影をした場合、画像 1 枚あたり 3.6MB を要する。対物 4 倍相当の画像を生成するには 100 枚の画像をタイリングし表示する事となり、計算領域を取った場合、メモリ限界の 500MB を超える事となる。PhotoShop 等の一般アプリケーションの多くは、この限界を超えない画像ファイルしか扱えない。そこでバーチャルスライドで撮影した画像の多くは、専用ビューワーで見る事が要求される。バーチャルスライドでは視野を移動した際に、画像の表示に若干の時間を要するのはこのような理由からである。だが 2005 年に多くのコンピュータは 64bit に進化し、メモリ管理が、18E（エクサ= $10^{18}$ 、ギガの 10 億倍）と一気に飛躍するため、これら課題も解決すると思われる。

#### 【今後の展望】

今後は、デジタル化された標本画像をどのように活用するかが課題となる。バーチャルライブラリとして教育利用に使用する、あるいはデータベースサーバーとリンクし、セカンドオピニオンを遠隔で求めるツールとして、あるいは術中迅速診断も含めた遠隔病理診断に適應させる事も可能になって来るであろう。また HE 染色の組織像だけではなく、細胞診に対応させるための 3次元化も今後課題になると予想される。