

G. 知的財産権の出願・登録状況

無し

H. 参考文献

- [1] 長谷川：遠隔医療の経済性の検討－VATS＋テレパソロジーの経済性－、平成16年度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「医療効果・経済効果を目的とした遠隔病理診断の実用化とこれに関する次世代機器の調査・開発」平成16年度総括・分担研究報告書、p. 43-48

- [2] 長谷川：遠隔医療の経済性検討方法の研究－VATS＋テレパソロジーの経済性研究、中間報告－、平成15年度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「医療効果・経済効果を目的とした遠隔病理診断の実用化とこれに関する次世代機器の調査・開発」平成15年度総括・分担研究報告書、p. 38-49

- [3] アンケート調査について、平成15年度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「遠隔医療の実施状況の実態調査に関する研究」報告書、p. 8-25、2003

- [4] 長谷川：遠隔医療の概況、経済性、満足度の調査平成16年度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「遠隔医療の診療の質、費用対効果に関する研究」報告書、p. 10-27、2005

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

テレパソロジーの申請から見た保険点数について

研究協力者 佐々木 毅 横浜市立大学附属市民総合医療センター病理部

【はじめに】

平成 18 年度診療報酬改訂にあたっては、厚生労働省保険局医療課では、各学会とのヒアリングを実施し、現行の「医科点数表の解釈」に記載されている診療報酬の総点検を行ってきた。日本病理学会でも厚生労働省との数回のヒアリングを通じて、社会保険小委員会にて原価計算に基づく診療報酬算定点数を決定し、さらに医療費に与える影響も厚生労働省大臣官房統計情報部の資料を調査し推定、厚生労働省保険局医療課に働きかけてきた。

【改定までのアプローチ】

現行の「医科点数表の解釈」には、「テレパソロジー」に関してはすでに名称の記載はあるものの、診療報酬に関する明確な規定はない。平成 16 年診療報酬改訂の手引きの中には「受信側（画像を受け取り実際に病理診断を下す側）の保険請求は不可。受信側の請求は送信側（手術が行われ、病理組織画像を送る側）との合議に委ねられる」という何ともお粗末な一文が書き添えられているのみである。今回の診療報酬改訂に当たってはテレパソロジーに関して原価計算を元に診療報酬を決定、
<診断側>医師の「ホスピタルフィー」にあたる診療報酬

病理組織迅速診断料 1,400 点

病理組織診断料 310 点

<受信側>

病理組織迅速組織検査 1,300 点
病理組織顕微鏡検査 880 点（1臓器）
<送信側、受信側双方のインフラ>
テレパソロジー加算 1,100 点
を要求してきた。

【結果】

平成 18 年度診療報酬改定では、結局下記のようになった。

*病理組織迅速顕微鏡検査
1,990 点（←200 点増額）

*病理組織診断料 410 点（←新規）

*病理組織顕微鏡検査 880 点（1臓器）

となり、

<従来>1,790 点+880 点=2,670 点

を合議で折半

<今回>1,990 点+880 点+410 点=3,280 点を

合議で折半

となった。

【まとめと今後の展望】

今回の診療報酬改訂では、厚労省保険局医療課との直接交渉の中で、テレパソロジー加算 1,100 点に関しては、認められる方向で進んでいた。結局、病理診断料が常勤医に限らず算定可能とする中医協案により病理増額に振り分けられた予算枠に達し、病理細胞術中迅速検査・診断料、細胞診断料、免疫抗体法（1抗体あたりの算定）等とともに、次回平成 20 年度診療

報酬改定への課題となった。

厚労省保険局にはテレパソロジーの意義、重要性、必要性は十分に理解していただいたと考えられ、今後も積極的に保険収載への努力を継続する所存である。

【発表】

平成 17 年度第 1 回班会議「テレパソロジー申請からみた保険点数」2005.9 東京

平成 17 年度第 2 回班会議「テレパソロジーの申請から見た平成 18 年度病理診療報酬改定」

2006.1 東京

【分担執筆】

「管理人材育成のための遠隔病理診断テキスト」平成 17 年度 P46-51

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

汎用光ファイバーを利用したハイビジョン
・動画テレパソロジーシステムの開発と実用化実験

主任研究者	澤井 高志	岩手医科大学医学部病理学第一講座
分担研究者	宇月 美和	岩手医科大学医学部病理学第一講座
研究協力者	熊谷 一広	フィンガルリンク株式会社 BIS 事業部

はじめに

近年、動画通信技術の進化は目覚しく遠隔病理診断（テレパソロジー）を取巻く環境も大きく進化している。すなわち、動画高圧縮通信装置と汎用光ファイバーを利用しハイビジョン動画によるテレパソロジー実現の環境が整いつつある¹⁾。

顕微鏡の直視と同程度の解像度を得るには弱拡大ほど大きな画素が必要で、計算上ハイビジョン画像規格以上の解像度が必要である²⁾。しかし、ハイビジョン動画像の通信には非圧縮で 1.5Gbps もの大容量が必要であり、非圧縮データを汎用光ファイバーで使用することは殆ど不可能である。また、これまでの高精細動画圧縮による通信では信号処理による映像遅延が問題となり、顕微鏡の遠隔操作時間を合わせてのレスポンスの高いインターラクティブな操作系による動画テレパソロジーシステムを実現することは困難であった。よって公衆回線を使用しての顕微鏡遠隔コントロールによるハイビジョン動画のテレパソロジーの報告はこれまでない。今回、我々は BHA 社のハイビジョン動画トランスミッター及びレシーバーとフィンガルリンク社のリアルタイム遠隔顕微鏡コントロールシステムを組み合わせ、動画と操作のインターラクティブな操作系によるハイビジョン動画テレパ

ソロジーシステムを構築して共同実験を行い、実用化に向けての良好な結果が得られたので報告する。

方法

システム構成および使用を図 1 と表 1 に示す。顕微鏡に取り付けた 1 / 2 インチ 150 万画素の 3 CCD HD カメラから出力される病理標本のライブ映像は高圧縮ビデオコーデックを用いた伝送装置と NTT 東日本のグループアクセス VPN 接続された B フレッツ回線にて送信される。又、電動制御される光学顕微も B フレッツ回線を通じて遠隔コントローラーにより X 軸、Y 軸、Z 軸、つまり視野、ピントをリアルタイムにコントロールできるようにセットアップした。

実施施設

送信側は宮城県仙台市の財団法人 仙台市医療センター仙台オープン病院内の病理検査室に設置し、観察側は岩手県盛岡市の岩手医科大病理学第一講座内に設置した。この間約 180 km である。なお、この 2 施設間ではすでに光ファイバー、B フレッツを利用して標準のテレビ画素による動画のテレパソロジーが実施されており、今回のハイビジョンはそれとの比較も兼ねて行った。

実験結果

- a. 画質：今回はフル規格のモニターの準備が出来ず1280×768ドットのモニターを使用した為、カメラ本来の解像度1440×1080のすべてを表現できなかったが、特に低倍率の表現力が、今利用している標準テレビ画質（VGA）に比較して向上していた。例えば、ピロリ菌や細胞内顆粒は標準画素の方式では直接の顕微鏡に比べて同定するのにやや難があるのに対し、ハイビジョン方式では同等、標本によってはそれ以上に識別可能であった。
- 顕微鏡での診断はその標本観察において診断に適した倍率のレンズで視野を連続移動させながら観察をおこなっているが、ハイビジョンでは解像度が高い為、より低い倍率であっても組織の形状が把握しやすく動画の連続的視野移動との併用で操作性がよい。
- b. 画像遅延：本システムで映像の遅延時間をいろいろと変更しながら使用感を試した結果、遅延 0.3 秒では遠隔操作に違和感がないが、それを超えると画像の遅れが気になり操作、観察上のストレスが感じられることがわかった。しかし、現状では遅延を 0.3 秒以下に設定すると画像の圧縮処理時間に限界がある為時々画像が止まってしまうことがある。遅延時間を延ばし 0.5 秒にすると、殆どこのような症状は解消されるが、前述のごとくややストレスを感じてしまう。
- c. 遠隔操作：エルゴコントローラにより、電動ステージの縦方向、横方向、フォーカス、顕微鏡対物レンズの変倍、顕微鏡コンデンサーの絞り調整を行ない、顕微鏡を目の前で使用している感覚で操作できた。

- d. 明るさの調整：今回はカメラの自動露出調整機能を使用し、微調整は診断側のモニター調整を併用した。標準テレビ画質の NTSC カメラに比べると少し自動露出調整に時間がかかるが気になる程ではない。
- e. 画像キャプチャー：PCに静止画、およびDVD形式による動画での保存が可能である。
- f. コミュニケーション：今回は NTT 高品位映像コミュニケーションサービス WarpVison と同時使用したが、B フレッツ回線の並列使用による映像品位の低下は見られなかった。

考察

現在、我が国では政府による e-Japan 政策から u-Japan 政策に移行したが、これは情報網を整備して国民がいつでも、どこでも情報の恩恵に浴することをねらいとしたものである。現在、米国が ISDN 4 本を束ねた情報ハイウェイ、韓国が ADSL を基本に情報通信を行なっているのに対し、我が国は光ファイバーによる世界一の情報国家を目指すという計画であり、その政策のなかには遠隔医療の整備という項目も含まれている。この計画の実施にあっては、厚生省は患者医療の立場、経産省は企業育成の立場、そして総務省は情報ネットワークの立場からそれぞれ推進しており、テレパソロジーも当然この政策のなかの一つとして我々病理医も積極的に推進していく必要がある。

これまで光ファイバーを利用したテレパソロジーのシステムはいくつか報告されてきた。しかし、その際用いる光回線は企業内³⁾、あるいは大学内専用であり⁴⁾、利用施設は究めて限局されていた。今回我々が構築し、共同実験を行ったハイビジョンによるテレパソロジーシステムは汎用回線であり、光ファイバーが敷設できるところは、日本国中どこでも画像のやりとり

が可能となる¹⁾。さらに今回のシステムは、汎用の光ファイバーではあるが、特定の施設間を結んだグループアクセスの形にしてあるため一般の回線よりはセキュリティーも保たれ、大容量としての伝送容量も安定している。

今回の病理診断に使用した一般的光学顕微鏡の解像度と撮影視野および必要な撮影画素数を表2に示す。顕微鏡の光学性能と同等の解像度を得るには強拡大よりも弱拡大がより高画素のカメラが必要であり、横方向の画素数は撮影視野系/分解能の最低2倍は必要な計算になる。対物レンズ5倍では2,182画素となるが、フル規格ハイビジョンの解像度1,920画素はこれに近い。また、デジタルカラー撮影に於いては画素が同等であれば通常3CCDカメラは1CCDカメラより解像度が向上するので今回は3CCDカメラを採用した。しかし、カメラとの接続マウントや観察モニターの性能により見え方が大きく左右されるので、実際に観察した画像が診断に耐えうるかどうかについては、単なるスペックの比較だけでは不十分であり顕微鏡の適切なセッティングの上、実際の観察にて評価する必要があることは言うまでもない。今後の課題としては画像伝送における遅延の不安定さが若干認められたが、この点についてはレシバーのCPUをもっと早いものにするなどさらなる検討が必要である。

今回ハイビジョン動画により顕微鏡観察に近い高い解像度での遠隔診断が可能になったことは、動画の連続性と静止画の高解像度の利点を

兼ね備えた理想的遠隔診断が可能となったことを意味する。これまでハイビジョンは絵画など静止した美術品の撮影に適していると言われてきた。本システムは静止している病理標本をリアルタイムに倍率やフォーカス及びステージを動かしながら高精細動画としての連続的視野移動がスムーズに行なえることが最大のメリットである。

参考文献

- 1) 澤井高志他：光ファイバーを用いた動画によるテレパソロジー．癌の臨床 2005, 51 : 699-703
- 2) 東福寺幾夫, 土橋康成, 菊池久和：テレパソロジーにおける顕微鏡画像のデジタル化と組織診の観察ブローモデル化の検討．生体医工学 2003, 41 : 139-145
- 3) 澤井高志, 長沼 廣：光ファイバー・ハイビジョン・テレパソロジー（仙台方式）の経過と成果．仙台テレパソロジー研究（京極方久, 名倉 宏監修）ニューメディア, 東京, 1994, 39-101
- 4) 荒井 茂：テレパソロジー実用化への取り組み．仙台テレパソロジー研究（京極方久, 名倉 宏監修）ニューメディア, 東京, 1994, 168-180

図1 システム構成図

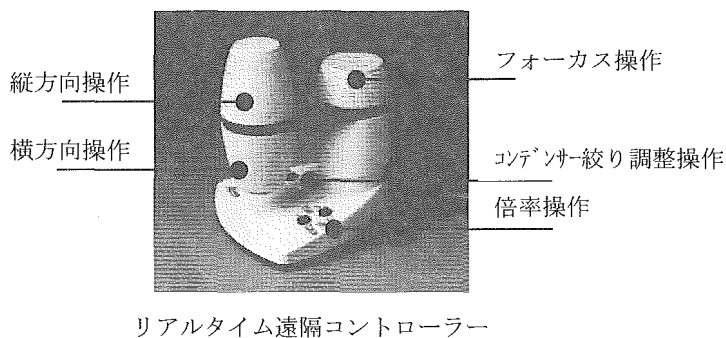
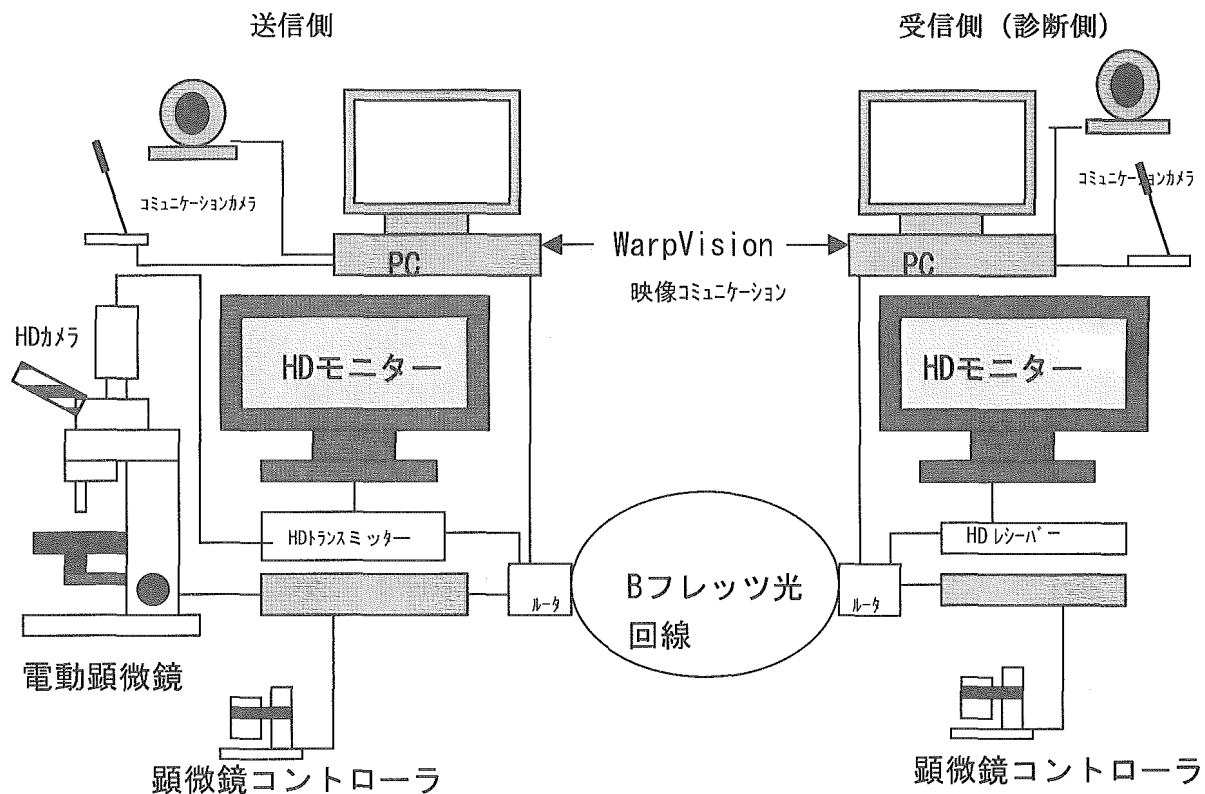


表1 仕様

	型名	仕様
顕微鏡用カメラ (SONY 製)	SONY HDC-X300	1/2 型 150 万画素 3CCD HD カメラ 有効画素数 1440×1080 出力信号形式：HD-SDI
映像伝送部装置 (BHA 製)	送信器 HD-TX1000 受信器 HD-RX1000	画像サイズ：1920×1080 Video Bit Rate：5Mbps 設定 59.9 枚/秒 画像圧縮フォーマット：XVD 入出力信号形式：HD-SDI 画像遅延：0.2 秒～2 秒（可変） ハードウェア CODE ソフトウェア DECODE CPU：Pentium4 3.2GHz OS：WindowsXP
送受信用映像モニター (SONY 製)	LMD-172W MEU-WX2 / BKM- 243H2	17 インチ液晶モニター 1280×780 入力信号形式：HD-SDI
顕微鏡コントローラー (Finggl-link 製)	Warp-controller	XY ステージ及び Z フォカスの同時移動（移動スピード及び移動のリアルタイム遠隔操作） 対物レンズの変倍、コンデンサー絞り
電動制御光学顕微鏡 (ライカ製)	DM6000B	対物レンズ：1.25x 2.5x 5x 10x 20x 40x 63x 電動駆動部：レボルバー、ステージ、Z フォカス、コンデンサートップ 透過光の強度調整、コンデンサー絞り
使用回線 (NTT)		B フレッツベーシック＋グループアクセス

表2 対物レンズの倍率の違いによる必要画素数の目安

対物レンズ	開口数 NA	分解能 ($\lambda=550\text{nm}$) $d(\mu)=0.6\lambda/NA$	撮影視野 (横方向) 視野の実測値 $w(\mu)$	w 撮影視野 / d 分解能
5×	0.15	2.20	2400	1091
10×	0.3	1.10	1200	1091
20×	0.5	0.66	600	909
40×	0.75	0.43	300	698
100×	0.95	0.35	150	429

顕微鏡と同じ解像度を得るには撮影視野 / 分解能数 (識別できる最小の距離) の2倍以上の画素数が必要である。
(チップサイズ影響は省略した)

厚生労働科学研究費補助金（テレパソロジー研究事業）
分担研究報告書

光ファイバーを利用したテレパソロジーに関する研究
： 県立病院間の遠隔診断およびバーチャルスライドの医療への活用

分担研究者 古谷 敬三 愛媛県立中央病院病理部

研究要旨 光ファイバー専用回線による愛媛県立病院間のテレパソロジーシステムの運用を開始して4年9ヶ月の間に術中迅速遠隔病理診断 285 症例を経験した。そのうち肺は 71 例(24.9%)と最も多かった。肺腺癌の多くの症例で上皮内癌と浸潤癌を区別した迅速診断が可能であった。乳癌症例では、多数検体の迅速診断が求められる乳房温存術にもテレパソロジーによる対応が可能であった。神経内視鏡による脳生検例では、迅速診断により診断可能な腫瘍組織が採取されていることを確認できた。いずれの臓器においてもテレパソロジーは最適の治療法選択に有効であり、同時に経済性向上にも有用であった。

バーチャルスライド(VS)は究極のテレパソロジーのツールとして期待されており、その用途は多様である。C型肝炎ウイルスによる慢性肝炎生検例のVS画像はその画像全域を一挙に画像解析することを可能とし、慢性肝炎の定量的病期診断に有用であった。高速の光ファイバーはVS画像の多様な活用を可能とし、その普及が求められる。

A. 研究目的

テレパソロジーには(1)臨床医・病理医間の術中迅速病理診断と(2)病理医間あるいは臨床医・病理医間のテレコンサルテーションの用途がある。前者(1)に関しては、愛媛情報スーパーハイウェイ専用回線による県立病院間テレパソロジーの4年9ヶ月の運用実績を総括しその医療への有用性を検討した。特に肺疾患とビデオ画像による胸腔鏡下手術(video-assisted thoracoscopic surgery, VATS)、乳癌症例における乳房温存術、脳腫瘍と神経内視鏡などに注目してテレパソロジーの医療の質向上および経済性への有用性を検証した。後者(2)に関しては究極的なテレパソロジーのツールとしてのバーチャルスライド(VS)の医療への活用例を示し、さらにVSを組み込んだ臨床・画像・病理相関に着目した精度の高い病態解析への応用の可能性を考察する。

(1) 光ファイバー専用回線による県立病院間のテレパソロジー

1B. テレパソロジーの導入経緯と研究方法

愛媛県立病院は6病院(総計 2005 床)より構成され、その中核病院である中央病院には常勤病理医が2名いる。テレパソロジー導入前の南宇和病院と三島病院では病理検査は外部委託で、術中迅速診断は実施されていなかった。新居浜病院も他院の病理医が週1回来院していたが、術中迅速診断はほとんど実施されていなかった。2001年6月に県立病院間のシステム運用が開始され、現在は中央病院の病理医が前記3県立病院の術中迅速遠隔診断を行っている。システムはオリンパス社製 OLMICOS/WX を使用し、光ファイバーの専用回線(5Mbps)で通信しているが、他の遠隔支援事業と共用のため月々の個別経費は発生していない。迅速組織検体を病理検査室が受け取ってから病理診断報告までに要する時

間は 20 分～30 分である。専用通信回線による静止画像 1 枚の伝送速度は 1～2 秒で、複数の切除臓器のマクロ画像、多数の組織画像の迅速な観察が可能である。

1C. 研究結果

県立病院間のテレパソロジーシステムの運用を開始して 4 年 9 ヶ月の間に術中迅速遠隔病理診断 285 症例を経験した。そのうち肺は 71 例 (24.9%) と最も多く、乳腺は 25 例 (8.8%) であった (表 1)。

迅速遠隔病理診断の精度および精度管理：迅速遠隔病理診断において重要で頻度の高い目的は腫瘍の良悪性診断であるが、システム運用開始当初に甲状腺 4 例に診断の不一致がみられた。この内 2 例は濾胞性腫瘍で切除検体の十分は検索なくしては診断困難な症例であった。次に腫瘍の組織型診断は治療の選択に重要であるが、悪性の脳腫瘍 4 例に不一致がみられた。脳原発悪性リンパ腫を癌既往歴のある患者で転移性癌あるいは悪性の神経膠腫としていた。悪性リンパ腫症例 2 例の迅速遠隔診断時の組織画像を永久標本と共に再検討したが、HE 標本では悪性の神経膠腫との鑑別はなお容易ではなかった。

遠隔病理診断の精度管理：遠隔迅速診断に使用した凍結組織標本を診断病理医に郵送してもらい、自分の顕微鏡で検鏡して遠隔診断時の診断を再検討し、報告書を作成した。さらに、病理医側に送られた切除検体すべてを病理学的に検索して、最終報告書を作成する過程で詳細に病理組織所見を検証してきた。

1C-1) 肺症例の迅速遠隔病理診断 71 例の検討 (表 2)

71 例のうち良性病変 20 例、悪性腫瘍 51 例 (71.8%) で、良悪性診断に関しては全例正確に遠隔診断がされていた。癌腫の組織型に関しては、1 例で腺癌を低分化扁平上皮癌としていた。肺

症例の遠隔病理診断例を術式別にみると、VATS による肺部分切除の 37 例、VATS 検体の病理診断後に開胸葉切除を実施した 10 例、開胸生検後に葉切除した 22 例、開胸生検のみの 1 例、術前診断済みで開胸にて腫瘍の広がりを経理的に検索した 1 例などに分けられた (表 2)。VATS による肺部分切除検体の遠隔病理診断で良性と診断され、手術を終了したのは 17 症例で、そのうち炎症症例 8 例 (2 例は肉芽腫性炎) と最も多かった。線維化例 3 例のうち 1 例は癌手術の既往があり、その再発有無の検索であった。

肺腺癌は野口分類に基づき分類したが、A 型・B 型は上皮内癌で、VATS による部分肺切除で治療切除が可能である。C, D, E, F 型は浸潤癌とされ、葉切除およびリンパ節廓清が実施される¹⁾。肺腺癌の多くの症例で上皮内癌と浸潤癌の迅速遠隔病理診断が可能であり、テレパソロジーが手術方針決定 (VATS による肺部分切除か開胸葉切除か) に有用であった。扁平上皮癌の症例では最初から開胸する例が 70% (7/10) と多かった。転移性肺癌 4 例はいずれも VATS による部分肺切除で、遠隔診断にて全て原発巣の推定が可能であった。2006 年 2 月に経験した 70 代男性の腺癌 (細気管支肺胞癌由来で高分化～中分化型) 例では、凍結組織標本と同時に提出された腫瘍の捺印細胞診標本も観察し、遠隔細胞診のみでも腺癌の診断が可能であった。当院使用の OLMICOS/WX は組織標本と細胞診標本を含む複数の組織・細胞標本を容易に観察可能である。術中細胞診は遠隔迅速診断においても組織診の補助診断法として有用である。

1C-2) 乳腺症例の迅速遠隔病理診断 24 例の検討 (表 3)

乳腺の迅速遠隔病理診断例は 24 症例で、そのうち 21 例 (87.5%) が悪性腫瘍であった (表 3)。良悪性診断に関しては、全例正しく診断されていた。乳癌症例 1 例で髄様癌を乳管癌としていた。乳癌の乳房温存例は術前に生検あるいは穿

刺吸引細胞診にて癌と診断されていた 3 例で、乳頭側を含む 3 断端の検索例 1 症例、乳頭側のみを検索例 2 症例であった。前者の症例を以下に示す。

症例（乳房温存術）：38 歳女性。左乳房 B 領域の約 1.6cm 大の腫瘤に気付く。針生検を含む諸検査にて浸潤性乳管癌(T1N0M0, Stage I)と診断され、乳房温存術を想定して手術となる。術中の遠隔診断では、腫瘍の組織型および乳腺切除断端(乳頭側、頭側、尾側)の腫瘍浸潤の有無を求められた。遠隔迅速診断では、診断対象の組織標本枚数 4 枚、要した時間（回線接続時間）約 2 2 分、転送組織画像の枚数 4 4 枚、迅速診断は髓様癌で、いずれの切除断端にも腫瘍浸潤なしと報告(図 1)。永久標本での検索でも遠隔診と同様の結果であった。以上、複数検体の迅速診断が必要な乳房温存術にもテレパソロジーによる対応が可能であった。

1C-3) 神経内視鏡生検例のテレパソロジー

神経内視鏡生検例の迅速遠隔診断例は 1 例であるが、以下に提示する。

症例：52 歳男、脳腫瘍

臨床経過：5 年半前に大腸カルチノイド腫瘍に腸切除を受ける。その後肝臓に多発性の転移をきたす。左片麻痺、構音障害にて新居浜病院を受診。MRI にて松果体および右視床に造影される陰影を認める。神経内視鏡にて松果体部陰影の生検を実施。遠隔迅速病理診断にて腫瘍組織が採取されていることを確認し、悪性腫瘍と診断した。中央病院に紹介され、ガンマナイフの治療を受ける。最終病理診断（永久標本）：神経内分泌細胞癌（中間細胞型）と診断する(図 2)。なお、右視床は画像的に梗塞巣と診断された。

コメント：遠隔診断により腫瘍組織が採取されているか否かを確認した。病理診断に基づいて治療方針を決めた。しかし、松果体は神経内分泌腫瘍が発生する部位であり、大腸原発のカルチノイド腫瘍も神経内分泌腫瘍の範疇に入るた

め、松果体原発か転移性かの診断に苦慮した。松果体のみが悪性腫瘍転移を見ることは希であるが、肝臓に多発性転移が存在していることを重視して転移性腫瘍として治療した。遠隔迅速診断に際して大腸腫瘍の組織像の観察、生検部位の記載(迅速後に松果体からの生検と分る)など臨床情報が十分でなかった。脳腫瘍の凍結標本での診断は容易でないので、臨床医は生検診断後の治療方針を含む十分な臨床情報を病理側に提供すべきである。

1D. 考察

愛媛県立病院間のテレパソロジーシステムは術中迅速病理診断に使われているが、その高い操作性と高速の光ファイバー専用回線により、多数の良質な画像を迅速に転送し、臨床医の要求に応じた遠隔病理診断が可能であった。肺腫瘍の遠隔診断では良悪性診断に加え、術式の選択に必要な腫瘍の進展度(浸潤・非浸潤)の診断を術者から求められる。乳癌の乳房温存術では乳頭側を含む 3 断端、センチネルリンパ節など多数の病理画像の検索が求められる。これら近年増え続けている機能温存・縮小手術に対応できたことは意義が大きいと思われる。また、神経内視鏡は近年急速に普及しており、その生検検体の遠隔迅速病理診断は、診断可能な生検検体が採取されていることを確認し、病理診断に基づいた最適の治療法の選択に重要な役割を果たしている。

テレパソロジーの経済性向上への貢献は当研究班の平成 15 年度報告書で示したが、当研究班の長谷川が示しているように患者サイド、依頼施設、病理医を含む提供施設など複数の立場で評価すべきである。「VATS 検体による肺疾患の遠隔術中迅速病理診断」はテレパソロジーの経済性効果を研究するには優れたモデルである。人材育成への効果も考慮すべきである。機能温存・縮小手術での多数の検体、細胞診検体など

を含む遠隔病理診断では臨床検査技師の役割が非常に大きい。病理学をよく理解し、細胞検査士の資格を有する有能な臨床検査技師の育成が求められるが、職能向上の良い刺激になっている。

愛媛県立中央病院は8年後に新病院に移行し、病理部門の機能を強化した県立病院病理センターが設けられる計画である。テレパソロジーを含む各県立病院間のより深い連携を目指している。現在は剖検例などの臨床病理検討会(CPC)は中央病院の病理医が他の県立病院へ出張して実施しているが、操作性の高い遠隔医療の情報技術を駆使して病院間のCPCを頻回に行えば、医療の質向上に大きく貢献できると思われる。

(2) バーチャルスライド(VS)の医学・医療への活用例およびVSを組み込んだ臨床・画像・病理相関に着目した精度の高い病態解析への応用の可能性

VSは病理学分野を大きく変える可能性を秘めており、近年注目されている。従来のガラスの病理組織標本全体の組織像をデジタル化してデジタル情報として保管・利用するものである。高精細画像で、組織標本全体を任意の倍率で観察でき、しかもネット上で多くの人達が同時に閲覧可能であり、その情報技術の病理学分野への活用に期待が高まろうとしている²⁾。VS画像の技術面の現状、VS画像の医学・医療分野における用途、特に病理分野への応用例を提示したい。

C型肝炎ウイルスの感染者は高率に慢性化し、病期の進行とともに肝細胞癌の発生率が高くなる。本邦における新犬山分類ではC型慢性肝炎の線維化ステージは肝線維化の進行程度からF0、F1(軽度)、F2(中等度)、F3(重度)、F4(肝硬変)としている。それぞれの推定肝発癌率(年)はF1 0.5%、F2 1.5%、F3 3.0%、F4 7.0%とされている。肝生検の組織標本をVS画像化し、それを画像解析ソフトで慢性肝炎の線維化ステージの数値化

を試みた。

2B. 研究方法

C型慢性肝炎6症例(表4)の肝生検材料は1x15mmから1x20mmの大きさで、そのAzan-Mallory(AM)染色標本を、VSシステムVS-100(オリンパスエンジニアリング社製)にてVS画像を作成した。AM標本のVS画像を画像解析の可能なフォーマットに変換して、画像解析ソフトwinRoof(V.5.04 三谷商事株式会社)にて画像解析した。肝生検のAM染色標本の青く染色された線維化部に関して二値化処理して、線維化面積の割合を数値化した。

2C. 研究結果

画像解析ソフトで二値化する際に、対象としている肝生検のVS画像全域を一挙に二値化できるので、短時間で画像処理が可能であった。図3は症例5のVS画像(AM染色標本および線維化部の二値化画像)の一部で、線維化部位の二値化が正確にできている。表4に各症例の新犬山分類による病期と線維化面積の割合を示した(引用文献2の引用)。

2D. 考察

VSの情報技術の現状、医学・医療への活用法は多種多様であるが²⁾、その病理診断への応用例としてC型慢性肝炎の肝生検VS画像から効率的、正確に慢性肝炎の線維化ステージの定量化が可能であることを示した。従来のF0~F4のステージ表現に比してより客観的に病期の評価が可能となった。この画像解析は光ファイバー経由での遠隔計測法でも可能であり、病理医間の連携にも役立つ。慢性肝炎は非常に長期の経過観察が必要で、VS画像として保管することにより容易に経時的変化を知ることができる。また、VS画像により多施設の症例検討が可能である。

VSの活用として稀少例の組織像を含めた蓄積

がいられている。例えば、本邦においては原発性硬化性胆肝炎(PSC)は稀で、さらに膠原病に合併した PSC 症例の生検例を経験する病理医は少ない³⁾。VS 画像による多施設の症例を活用した臨床病理学的研究が望まれる。

今後の VS 画像活用の取り組みとして外科的肺生検(VATS)による間質性肺炎の定量診断への応用を考えている。間質性肺炎の病型診断作業では、肺の組織学的所見から7パターン分類を行い、臨床所見と画像所見の整合性を検討する⁴⁾。VS の活用により、臓器画像と組織 VS 画像を連続的に効率よく観察可能となる。その作業は、①肺生検部位の選択をする、②外科的肺生検検体の観察：肺泡含気率、正常肺胞壁率、リンパ濾胞の記載、線維化病変で囲まれた蜂巢肺形成の有無と計測、線維化病変内での平滑筋増生の程度・線維芽細胞巣、気腔内の肉芽組織の個数、肺胞構造の消失を伴う線維化病変から正常肺胞壁に至る変化が急峻な変化を示す部位数の記載を行うなど、③以上の所見によって、間質性肺炎の病型診断が再現性をもって行うことができるとされている⁵⁾。これら詳細な定量的診断作業では VS 画像が非常に有効と思われ、また、肝生検と同様に肺胞壁のコラーゲン沈着の定量的評価を迅速に行うこともできる。

VS システムを活用した臨床・画像・病理相関を意識した病理解剖への取り組みが始まっている。CT(-PET)、MRI、超音波検査などによる画像診断の飛躍的な発展を踏まえた新しい病理形態学検索法への取り組みが求められている。臓器群の水平断と矢状断を組み合わせた検索により、過去の画像所見の変化を参照しながら病変の経時的变化の詳細な解析が可能となる。高精細画像で組織標本全体を任意の倍率で観察できる VS の組み込みによりマクロ画像(放射線画像、病理肉眼画像)からミクロ画像(～400倍組織画像)、さらに分子画像(免疫染色)までを切れ目なく観察可能なシステム構築に取り組んでいる。この

手法は多くの臨床医の臨床病理への関心を高めると期待される。また、この手法により構築された症例ライブラリーは、光ファイバーの普及を基盤にして紹介医を含む多くの医療人に活用され、医療の質向上に貢献すると思われる。

E. 結論

日本の医療は欧米諸国に比して少人数で営まれており、医療従事者は厳しい労働環境におかれている。このような医療環境での医療の質・経済性向上をはかるためには、より高度の病診連携、病病連携が求められ、その一手段としてテレパソロジーの一層の普及が必要である。愛媛情報スーパーハイウェイによる県立病院間のテレパソロジーは、医療の質・経済性向上に貢献してきている。更に、今後 VS システムによる病理医間および臨床医・病理医間の臨床・画像・病理相関を踏まえた迅速なテレコンサルテーションが可能になれば、飛躍的な医療の質向上が期待される。

引用文献

- 1) Noguchi M, Morikawa A, Kawasaki M et al. Small adenocarcinoma of the lung. Histologic characteristics and prognosis. *Cancer* 1995; 75: 2844-2852.
- 2) 古谷敬三、前田智治、中里滴 バーチャルスライド(VS)の病理診断への応用 癌の臨床 2005; 51(9), 727-731
- 3) 古谷敬三、前田智治 肝臓、胆のうおよび隣臓 病理と臨床[臨時増刊号] 膠原病の病理診断マニュアル 2005; 23: 147-154
- 4) American Thoracic Society/European Respiratory Society International Multidisciplinary Consensus Classification of the Idiopathic pneumonias *Am J Crit Care Med* 2002; 165, 277-304
- 5) 北市正則 特発性間質性肺炎(IIPs)の

ATS/ERS 国際分類(2002)とその使用について
<http://jssp.k.umin.jp/reg-meetings/2005reg-meet/31st-contents/31st-D1.html>

F. 研究発表

(ア) 論文発表

- 1) 古谷敬三、前田智治、中里滴 バーチャルスライド(VS)の病理診断への応用 癌の臨床 2005; 51(9), 727-731
- 2) 古谷敬三、前田智治 肝臓、胆のうおよび膵臓病理と臨床[臨時増刊号] 膠原病の病理診断マニュアル 2005; 23: 147-154
- 3) 古谷敬三、前田智治、高石修 愛媛情報スーパーハイウェイ専用回線による県立病院間のテレパソロジー 2005; 153-158 管理人人材育成の

ための遠隔病理診断テキスト(平成 17 年度電源地域サービス産業人材育成事業)

(イ) 学会発表

- 1) 古谷敬三、前田智治 テレパソロジーにおける乳癌症例の乳房温存術への対応:愛媛県立病院での経験例と今後の課題 第4回日本テレパソロジー研究会総会 2005; 15
- 2) 古谷敬三、前田智治、中里適 肝生検症例における VS 画像の活用:画像解析ソフトによる慢性肝炎(HCV)病期理定量化の試み 第4回日本テレパソロジー研究会総会 2005; 19

表1 愛媛県立3病院の遠隔病理診断285例の臓器別症例数(2001年6月~2006年2月)

臓器	症例数 (%)	臓器	症例数 (%)
肺	71(24.9)	肝・胆・膵	16(5.6)
食道・胃・腸	56(19.6)	泌尿器生殖器	16(5.6)
胃	42(14.7)	骨・軟部	12(4.2)
腸管	13(4.5)	縦隔	7(2.5)
食道	1(0.4)	皮膚	4(1.4)
甲状腺	50(17.5)	副甲状腺	3(1.1)
乳腺	25(8.8)	リンパ節	2(0.7)
中枢神経	22(7.7)	耳下腺	1(0.4)

表2 肺遠隔病理診断71例の疾患と術式

疾患	症例数	VATS (部切)	VATS後開胸 (部切→葉切)	開胸 (葉切・生検)
良性	20	17	0	3
炎症	10	8	0	2
軟骨性過誤腫	3	3	0	0
肺内リンパ節	2	2	0	0
その他	5	4	0	1
悪性	51	20	10	21
腺癌	34	15	6	13
扁平上皮癌	10	0	3	7
未分化癌	3	1	1	1
転移性癌	4	4	0	0

部切: 肺部分切除、葉切: 肺葉切除

表3 乳腺遠隔病理診断24例の疾患とその迅速診の目的

疾患	症例数	良悪性	腫瘍の広がり1)
良性	3	3	0
線維化	1	1	0
乳管過形成	1	1	0
線維腺腫	1	1	0
悪性	21	16	5
乳管癌	17	13	4 2)
髄様癌	3	2	1 3)
粘液癌	1	1	0

1) 断端浸潤およびリンパ節転移、2) 乳房温存2例: 迅速1ヶ所
 3) 乳房温存: 迅速3ヶ所

表4 C型慢性肝炎の線維化ステージング定量化(文献2引用)

症例	年齢・性	新犬山分類	病期定量値	線維化面積
1	40F	A1/F1	0.06 1)	258
2	55M	A2/F2	0.16 2)	591.2
3	65M	A2/F2	0.53 3)	2344.2
4	60M	A2/F2-3	0.68 4)	2887.6
5	57F	A2/F3	0.71 5)	1647.1
6	54M	A3/F4	2.71 6)	11607.9

症例: 年齢(歳)・性、新犬山分類: A/F(Activity/Staging)
 1)vs.2), 2)vs.3), 3)vs.4), 5)vs.6) すべて p<0.001

図1 乳癌の乳房温存術症例：凍結切片組織像(乳頭側断端と腫瘍組織) および切除乳腺(表面と剖面)

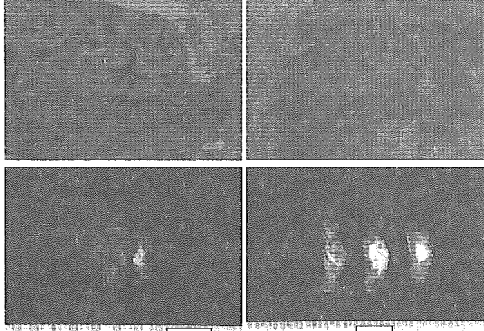
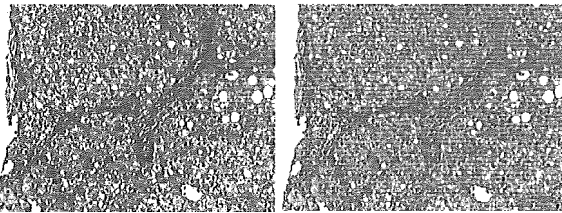


図2 神経内視鏡：遠隔診断時の凍結標本



図3 アザンマロリー染色とその2値化像(文献2引用)



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

光ファイバー動画テレパソロジーによる術中迅速病理診断

研究協力者	野田 裕、藤田 直孝	仙台市医療センター仙台オープン病院 消化器内科
	小針 雅男、山崎 匡	仙台市医療センター仙台オープン病院 外科
主任研究者	澤井 高志	岩手医科大学医学部病理学第一講座
分担研究者	宇月 美和	岩手医科大学医学部病理学第一講座
研究協力者	熊谷 一広	フィンガルリンク株式会社 BIS 事業部
研究協力者	松村 伊知郎	NTT レゾナント株式会社 コミュニケーション事業部 営業推進部

【目的】

今回我々は、光ファイバーを用いた動画によるテレパソロジーシステムを術中迅速病理診断に利用したので、その使用経験、有用性について報告する。

【方法】

2005年1月から12月に仙台オープン病院病理検査室と岩手医科大学病理第一講座を結んで光ファイバーを用いた動画によるテレパソロジーでの術中迅速診断を行った47例(65切片)を対象とした。内訳は消化管癌や膵・胆道癌の切除断端30例(39切片)、リンパ節9例(9切片)、肝転移疑い4例(4切片)、腹膜・胸膜播種結節疑い3例(3切片)などである。検討項目は、診断に要した時間、良悪性診断における永久標本との診断一致率、および診断不一致の原因とした。

送信側システムはライカ社の電動光学顕微鏡DM6000BにNTSC方式の1/2インチ3CCDカメラを組み合わせ、顕微鏡画像はNTT東日本のBフレッツベーシック回線を経由して通信された。

又、電動顕微鏡遠隔システムの遠隔制御は一般電話回線を利用し直接リアルタイム遠隔操作可能なシステムを開発し用いた。顕微鏡の対物レンズは2.5×、5×、10×、20×、40×を使用した。

【結果】

1) 本システムによる迅速診断に要した時間は30秒から40分、平均10.1分/例(7.3分/切片)と短く、外科の要望に充分耐えるものであった。

2) 迅速診断で癌を指摘したのは9例14切片(切除断端標本では5例9切片)であった。良悪性における永久標本との診断一致率は、45/47例(95.7%)、63/65切片(96.9%)と高率であった。

3) 診断不一致2例のうち1例は胃癌の口側断端の迅速診断切片中にみられたリンパ管浸潤が永久標本では消失したものであった。他の1例も胃周囲の結合織中の少数の低分化腺癌・印鑑細胞を迅速標本で指摘すること自体が困難な症例であった。すなわち、いずれも

テレパソロジーが診断不一致の原因ではなかった。

【まとめ】

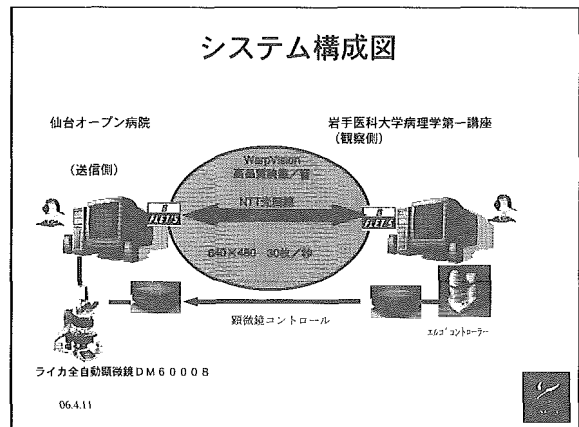
本システムでは、電動顕微鏡遠隔システムにより極めて短時間での病理診断が可能であり、手術室の外科医への迅速な報告が可能であった。テレパソロジーを介さない術中迅速病理診断に匹敵する診断能が得られた。

【結論】

光ファイバーを用いた動画によるテレパソロジーシステムは術中迅速病理診断に極めて有用であることが示唆された。

切除断端		転移疑い	
胃癌	15例 17切片	リンパ節	9例 9切片
胆道腫瘍	7 13	肝	4 4
膵腫瘍	7 9	腹膜・胸膜	3 4
十二指腸癌	1 1	肺	2 2
小計	30例 40切片	小計	18例 19切片
		その他	4 6
		計	47例 65切片

* 重複あり
06.4.11



・ 30秒 _ 40分
平均 10.1分/例
7.3分/切片

06.4.11

テレパソ	永久標本	
	癌 (+)	癌 (-)
癌 (+)	8	1
癌 (-)	0	31
感度	100%	8/8 切片
特異度	97	31/32
PPV	89	8/9
NPV	100	31/31
正診率 (一致率)	98	39/40

06.4.11

診断能（転移等）

テレパソ	永久標本	
	癌（+）	癌（-）
癌（+）	6	0
癌（-）	1	18
感度	86 %	6/7 切片
特異度	100	18/18
PPV	100	6/6
NPV	95	18/19
正診率（一致率）	96	24/25

06.4.11



光ファイバー動画テレパソロジーによる
術中迅速病理診断の正診率（一致率）
（全体）

対永久標本	
63/65 切片	(97%)
45/47 例	(96%)
対迅速標本(見直し)	
65/65 切片	(100%)
47/47 例	(100%)

06.4.11



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

光ファイバーによる web 形式を利用したバーチャルスライドの評価

研究協力者 村上 一宏 東北厚生年金病院病理部

研究要旨 光ファイバーを介してのバーチャルスライドの観察、光ファイバーとバーチャルスライドを利用した病理診断に関するカンファレンスを行い、その有用性を検討した。

検討方法

東北厚生年金病理部と岩手医科大学第一病理学講座から症例を選択し、バーチャルスライドを製作した（ScanScopeSystem, Aperio 社）。東北厚生年金病院病理部、岩手医科大学病理学第一講座それぞれに光ファイバーを配線、バーチャルスライドを東京のフィンガルリンク社のサーバー上に置き、光ファイバーを介して観察した。次にバーチャルスライドを岩手医大第一病理学講と同時に観察するカンファレンス形式の検討を行った。

検討結果、評価

バーチャルスライドの画質、内容は十分に診断に対処できるものであり、難解症例の微細な顕微鏡所見などもよく把握することができた。

東京のサーバーからのバーチャルスライド読み込みは画像の拡大や視野変更に伴う画像表出までの時間も短く、スムーズに行えた。岩手医科大学第一病理学講座とのカンファレンス形式の観察においては観察ソフトへの不慣れから操作の受け渡しに戸惑う点が若干あった。同時にバーチャルスライドを観察し、一方でバーチャルスライドの倍率や視野を変え電話で所見を説明し、もう一方がその画像を見ながら説明を聞き意見を述べるということを試みた。操作権の受け渡しや症例変更にもなった画像表出までの時間に若干時間がかか

る点に不自由を感じたが、ディスカッション顕微鏡で行われているような意見交換が可能であった。

考察

バーチャルスライドには遠隔病理診断や病理教育などにおいて様々な利用法が考えられている。今回検討したように、光ファイバーとバーチャルスライドを利用したカンファレンスを行うことも可能である。日常の病理業務において、とくに一人病理医の立場として不自由を感じるのは難解症例を前にした際である。バーチャルスライドの作製やネット上への配信が身近なものとなれば、将来的には症例のコンサルテーションなどにも応用可能と期待される。

バーチャルスライドは病理教育にも有用と考えられる。病理医のみならず研修医に対するネットやバーチャルスライドを利用した研修方法に期待が持たれる。当院では初期研修医に病理を一ヶ月間ローターとさせているが、一人病理医のため指導に十分な時間がとれない場面もある。バーチャルスライドを利用した系統だった標本の用意や研修医の自己学習などが可能になり、現時点での不都合を改善することができると思われる。