

■遠隔医療に用いた機器の仕様

1. WarpScopeシステム(「サイドメモ3」参照)

リアルタイム動画テレパソロジーシステム(フィンガルリンク社)、画質:1,920×1,080(30フレーム/sec)(インターレース:フルハイビジョン)、対物レンズ:1.25×, 2.5×, 5×, 10×, 20×, 40×, 63×, 遠隔コントロール操作:レンズ変倍, X, Y, Z ステージ移動, 光量, コンデンサー絞り。

2. バーチャルスライドシステム

バーチャルスライドシステム(VS)はアメリカAperio社のもので、バーチャルスライドスキャナー名:ScanScope-CS, バーチャルスライドサーバーシステム名:spectrum, Viewerソフト名:ImageScopeであり、また、実験に使用した機能は、①カンファランス機能(複数のPC画面の共有)、②視野の移動, 観察倍率変更, アノテーションである。

■試験結果

1. WINDS通信ネットワーク

① 通信品質評価……WINDS通信品質の評価のため、ネットワーク測定ツール(iperf, ping)を使用して通信性能測定(通信帯域, エラー率, RTT, ジッタ)を行い評価した。その結果, pingによる通信性能測定値(RTT:往復にかかる遅延時間)は平均で780ms程度であり, WINDS通信ネットワークとしては正常であることが確認できた。また, iperfによる通信性能測定(29Mbpsのiperf実

施時のエラー率, ジッター)の結果, エラー率は0であり, エラー率, ジッターともに正常でWINDS通信ネットワークは正常であることが確認できた。

② 最大帯域評価……アプリケーション機材を接続しないときのWINDS通信の最大帯域をiperfにより測定した結果, 38.3Mbpsであった。

2. 遠隔医療機材とのインターフェース, 光ファイバーとの比較

WINDS回線とのend-to-endでの通信性能の比較評価を行った。両端の2台のクライアントPC上のログ取得ツールにより通信パケットをキャプチャーし, それらのファイルを分析することで計算した。その結果, 地上回線(光ファイバー)に比較するとやはり遅延はみられ, パケットロスが若干みられるが, エラー訂正により映像フレームはほとんど欠落する事なく, ほぼ毎秒30フレームの安定した映像伝送が確認された。

3. 実用化の評価:顕微鏡遠隔操作の操作性

顕微鏡遠隔操作の操作性(遅延)について検討した。遠隔操作で具体的に問題になるのは、①視野の選択, ②倍率の選択, ③焦点を合わせること, の3ポイントになると思われた。われわれは電話線, ISDN, 光ファイバーを用いてテレパソロジーを行ってきたが, 同じように今回の通信衛星を介した現場の操作で行った。その結果, これまでより操作が難しいというところはとくにみられず, 光ファイバーと同じレベルで操作が可能であった。

① 視野の選択……視野の選択についてはPCのキーボードによる操作で行ったが, 光ファイ

サイド
メモ
2

WarpVison(ワーブビジョン)

WarpVisonは、NTTコミュニケーションズが開発・商品化している映像コミュニケーションサービスあるいはソフトウェアの商品名である。

標準画質版では、640×480ピクセルで毎秒30フレームの映像を最大8Mbpsで符号化して伝送できるほか、開発中の新ハイビジョン版では、1,920×1,080ピクセルで毎秒30フレームの映像を最大16Mbpsで符号化して伝送できる。

標準画質版・ハイビジョン版とも映像・音声の伝送遅延が200msec以下と小さく、会話や遠隔操作がスムーズにできる特徴がある。

サイド
メモ
3

WarpScope(ワーブスコープ)

遠隔地で送信側の顕微鏡をコントロールしながらリアルタイム顕微鏡動画画像を観察するシステム。低倍から高倍までの自由な倍率変更と、フォーカスをきめたステージ移動がリアルタイムにできることが特徴。光回線を通して遠隔術中迅速病理診断や細胞診断に使用されている(動画通信部にワーブビジョンを使用している)。



図3 WINDSを介して確認したバーチャルスライドによるHE染色の関節リウマチの像

バーを用いた場合に比較して若干の遅れ(約 0.8 sec)は感じられ、当初とまどいはあったものの、慣れるとほとんど診断する際の障害にはならなかった。

② 倍率の選択……PC のキーボードによる操作で行ったが、院内 LAN を用いたテレビ電話の画像で送り手側の像と内丸側の画像と比較すると、顕微鏡に設置してある対物レンズの回転については若干の違いはあるものの、まったく苦になる遅れではなかった。

③ 焦点(ピント)の調整……焦点については光ファイバーによる操作に比較して若干の遅れがみられたため、光ファイバーによるテレパソロジーと同じ感覚で調整すると手の操作が先行し、画像がついてこないという状況が起こった。しかし、慣れてくるとしだいに焦点の合う感じが体得でき、それほどの不便は感じなくなった。遅延に関

しては、この焦点合わせに慣れることが大きな問題であった。画像は視野、倍率、焦点(ピント)が揃ってはじめて診断可能となるが、その面では焦点合わせに慣れるまで少し時間を要するが、全体としての大きな不都合はなかった。

4. 実用化の評価：バーチャルスライドシステム

WINDS 経由で遠隔地からバーチャルスライドサーバー(spectrum)にアクセスし、顕微鏡画像(静止画)を閲覧できることを確認し、関節リウマチ患者の滑膜組織のヘマトキシリン・エオジン染色標本について検討した(図3)。この場合、滑膜表層細胞の多層化、リンパ球など炎症性細胞の浸潤、血管増殖などが観察の対象となる。成分としては、細胞・核の形、染色性、分布状態などが観察の対象となり、関節リウマチとしての確定診断が可能かどうかである。VS の画像閲覧ソフト(Image-Scope)では、サーバーから観察する PC のメモリーに読み込むまでは低画素のモザイク状の状態で表示される。表示座標を移動した際も画像データの読み込み表示までは地上回線と同程度に若干時間を要したが、いったん現れて利用可能になると、その後の連続的な倍率の拡大、形、染色性、ある程度の微細構造などを含めてほぼすべての細胞の観察・同定が可能であり、画像観察における不都合はまったく感じられなかった。

以上、今回はさまざまな角度から検討を行ったが、WINDS を利用したテレパソロジーによる診断について画像、画質の面からはまったく問題が

サイト
メモ
4

バーチャルマイクロスコープ

あらかじめ専用スキャナーにて一定の高倍率(おもに対物レンズ 20 倍)で標本全体または選択エリアを静止画像データとして保存し、PC の画像閲覧ソフトにて顕微鏡と同様に表示範囲や倍率(最大光学倍率は取得倍率)を自由に変更させながら観察するシステム。WEB サーバーを介しての遠隔カンファレンスや教育用に使用されている。

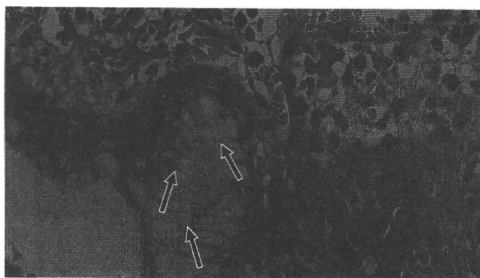


図 4 WINDSを介して送られてきたピロリ菌の像
Giemsa 染色の標本であるが、ハイビジョンでははっきりと糸くず
状に確認できる。
矢印：ピロリ菌。

なかったため、実際の症例について検討した。

5. 実用化の評価：WarpScopeシステム

顕微鏡画像(動画)について WINDS 経由で顕微鏡の遠隔操作が実施できることを確認し、ハイビジョン画質の WarpScope システムを使用し、リアルタイムに動画の形で利用できることが確認できた。以下、顕微鏡画像が診断可能かどうか、映像品質を実際の組織標本を用いて評価したので、簡単に報告する。

① 肺癌組織……肺癌組織については、生命予後に関連する分化度の判定ができるかどうかであった。その結果、構造的に集団をなし、癌細胞と正常の肺組織の鑑別は可能であった。癌組織については、細胞質の不正、核の異型性、クロマチンの粗さなど癌細胞の診断根拠となる所見の観察が可能であった。

② 胃癌の生検例……内視鏡的検査で採取した胃の組織を顕微鏡で診断することが行われている。これは検体が小さいだけでなく、その後の手術方針の決定に至る重要な検査である。その場合、癌か非癌か、さらに癌のなかでどういう組織型からなるタイプのものであるかを判定することは重要な因子である。今回は生検例で低分化型の標本を対象としたが、正常組織に混じって浸潤する低分化型腺癌の組織をはっきりと確認でき、かなり複雑な像でも診断に耐えうることが証明された。

③ 胃炎によるピロリ菌の確認……標準画像のテレパソロジーでは識別が難しかったピロリ菌の

確認ができた。今回は Giemsa 染色はもちろん、通常、用いられているヘマトキシリン-エオジン染色でも確認が可能であった(図 4)。最近、著者らは解像度を問題にする場合にこのピロリ菌の識別を判定基準においているが、その意味ではハイビジョンの優秀さを今回、通信衛星を介して証明できたといえる。

④ 大腸癌の免疫染色……今回は胎児性癌抗原(CEA)を用いて、同一切片上で癌部と非癌部の比較を行った。癌部では抗体に反応して茶褐色の陽性を示し、正常部での反応はみられなかった。この結果は組織学的識別が難しく特殊な反応を行う際にも、通信衛星を利用したテレパソロジーが可能であることを示している。

6. アクセラレータの効果

アクセラレータとは TCP(情報を送る際に情報欠損のない、高い信頼性を有するプロトコル)の通信において通信を高速化する装置である。アクセラレータを使用したときと使用しないときの WarpScope システム、バーチャルスライドシステムの動作比較を行ったが、あまり影響はなかったのでここでは割愛する。

■考察

超高速インターネット衛星“きずな”(WINDS)を利用してのテレパソロジーの実験を行った。今回、PubMed などで文献を検索したが、これまでのところ通信衛星を利用したリアルタイムハイビ

ジョンあるいはVSの遠隔病理診断の報告はみられない。WINDS 経由で WarpScope システムによる動画伝送・顕微鏡遠隔操作と、VS による静止画面閲覧・操作が正常に行えることが確認できた。WarpScope システムについては、WINDS を利用したテレパソロジーによる診断について画像、画質の面からはまったく問題なく、顕微鏡の遠隔操作についても地上回線に比べ若干の遅延はあるものの慣れれば問題ない程度であった。

VS においても、画像観察における不都合はまったくなかった。

また、WarpScope システム、VS ともにアクセラレータなしで問題なく使用できることが確認できた。これらの結果から今後、通信衛星は光ファイバーの敷設されてない地域における手術中の迅速診断や、海外などとの症例の診断のやりとりやコンサルテーションなどに利用できると考えられる。

■共同研究者

学外：富井直弥（独）宇宙航空研究開発機構宇宙利用ミッション本部、松尾 聡（宇宙技術開発株式会社）、熊谷一広（フィンガルリンク株式会社）、浅沼芳

光（株式会社南部医理科）、太野雅則（NTT 東日本岩手支店法人営業部）、佐野 卓（日本電信電話株式会社）

学内：佐藤洋一（岩手医科大学医学部解剖学講座細胞生物学分野）、三浦康宏（同先進機能病理学分野）、斉藤健司、井上拓也、千葉 岳（同総合情報センター）、乙茂内博、高橋友樹（岩手医科大学総務部施設課）、中島久雄（岩手医科大学共同研究部門画像情報センター）

本研究は文科省研究開発局の“平成 21 年度 宇宙利用促進調整委託費～衛星利用の裾野拡大プログラム～”によるものである。

文献

- 1) Sawai, T.: The state of Telepathology in Japan. *In*: Telepathology in Japan—Development and Practice (ed. by Sawai, T.). CELC, Inc., Morioka, 2007, pp.3-9.
- 2) Sawai, T.: Telepathology in Japan. *In*: Telepathology (ed. by Kumar, S. and Dunn, B. E.). Springer Verlag, Berlin, 2009, pp.105-125.
- 3) 澤井高志：遠隔病理診断（テレパソロジー）の展望。機器・試薬。32(3): 326-336, 2009.
- 4) 澤井高志・他：第 1 部 医療の中の病理学 9. 遠隔病理診断。病理と臨床。27(臨時増刊号): 64-72, 2009.

* * *

注目の領域

超高速インターネット衛星“きずな”(WINDS)を用いた遠隔病理診断(テレパソロジー)の実証実験(第2報)

—岩手—東京—沖縄の3地点を結んでのバーチャルライドによる遠隔カンファランス

澤井高志 長村義之 吉見直己 中尾正博 小川恵美子

松尾 聡 熊谷一広 笠井啓之

Takashi SAWAI¹, Yoshiyuki OSAMURA², Naoki YOSHIMI³, Masahiro NAKAO⁴, Emiko OGAWA⁴, Satoshi MATSUO⁵, Kazuhiro KUMAGA⁶ and Hiroyuki KASAI⁷

岩手医科大学病理学講座先進機能病理学分野¹, 国際医療福祉大学三田病院², 琉球大学大学院医学研究科腫瘍病理学講座³, (独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)⁴, 宇宙技術開発(株)⁵, フィンガリング(株)⁶, アピリオ・テクノロジーズ(株)⁷

■目的

わが国では、手術中の迅速診断やコンサルテーションに従事する診断病理医の数が少ないために、光ファイバーを利用して遠隔病理診断が行われるようになってきた。しかし、光ファイバーでは敷設の問題などがあり、十分に情報の恩恵が行き渡らない地域がある。そこで著者らは、文科省開発局の“宇宙利用促進調整委託費—衛星利用の裾野拡大プログラム”により医療の均てん化、病理診断の国際化・標準化のために、平成21年(2009年)度には超高速インターネット衛星“きずな”(WINDS)〔「サイドメモ1」参照；図1〕を介した形での病理診断の可能性を検討した。その際、検討の対象とした機器は、リアルタイムで行うビデオテレパソロジーシステムとバーチャルライドシステム〔「サイドメモ2」参照〕の2種類であったが、いずれも若干の時差は起こるものの操作性においては十分に対応でき、診断可能な画像が伝送されることが証明された(詳細は第1報, 小誌233巻4号 pp.319-324を参照)。その際、初年度はインターフェースの作動性を重点的に検討したために、今年度は病理診断の実用化をめざして通常の組織診断に使われるパラフィン、HE染色だけでなく、抗体を用いた免疫染色、画像解析による評価、細胞診、末梢血液像なども行い、日常の病理、細胞診断業務に利用できるかどうか、さらに(前回の2地点を結んだ診断から)3地点(多地点)による会話も含めたカンファランスについての可能性を検討した。

■方法

実用化実験に参加したのは、岩手県盛岡市にある岩手医科大学、東京都港区三田にある国際医療福祉大学三田病院、沖縄県中頭郡西原町にある琉

サイド
メモ
1

超高速インターネット衛星 “きずな”(WINDS)とは

“きずな”(WINDS)は、だれもが平等に高速通信サービスを受けることができる社会を実現するために宇宙航空研究開発機構(JAXA)と情報通信研究機構(NICT)が開発した通信衛星である。地域による情報格差の解消、遠隔医療をはじめとした医療分野、教育分野、災害速報など、さまざまな分野での実証実験を進めている。

“きずな”では、既存の通信衛星では実現できない超高速通信を行うことができる。小型のアンテナ(1m級)を使うことで、上り・下り最高155Mbpsの通信速度を達成している。これは、既存の通信衛星が、上り最高2Mbps、下り最高10Mbps程度であることと比べると、15倍以上もの超高速通信である。遠隔病理診断を行うにあたっては高画質な画像データを伝送するため高速回線が必要であり、既存の通信衛星の通信速度では困難であったが、“きずな”の技術により可能となった。

また“きずな”は、広いカバーエリアをもつことも特長のひとつである。“きずな”は日本だけではなく、アジア太平洋地域全体(地球上の約3分の1)をカバーしている。これにより、地上インターネット回線の発達していないアジアの国々においても、“きずな”を使った高速通信が可能となる。アジア太平洋諸国との“きずな”を使った遠隔医療・医療協力も期待できる。

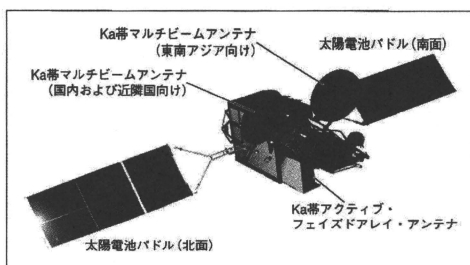


図 1 WINDSの概観
今回利用した超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)。

球大学の3施設であった。3施設は図2のように、WINDSを経由して情報の交換を行った。

1. 検証項目/評価項目(表1)

全体としての評価項目は以下のとおりである。
①WINDSを含む通信網実験システムの稼働、
②WINDSと今回遠隔医療機材として使用するバーチャルスライドシステム、WINDSのインターフェースの確認、③バーチャルスライドによる画像の評価、④音声効果も含めたカンファランスの評価。

具体的には以下の評価項目に基づき、本試験を実施した。

2. ネットワーク構成

本実験のネットワーク構成を図2に示す。

■結果

1. WINDS通信ネットワーク

① 通信品質評価(「サイドメモ3」参照)

通信品質の評価のため、ネットワーク測定ツール(iperf, ping)を使用して通信性能測定(通信帯域、エラー率、RTT、ジッタ)を行い評価した。pingによるRTTの計測結果は、岩手医大-三田病院間、岩手医大-琉球大学間では約800msであり、WINDS通信ネットワークとして正常な値であった。

またiperfによる計測結果は、14Mbpsの通信帯域でエラー率は0であり、エラー率、ジッタともに正常な値で、WINDS通信ネットワークは正常であることを確認した。

② 最大帯域評価

すべての回線において最大帯域を計測した結果、19.1Mbpsであった。本実験では衛星の設定上、1回線当たり19.143Mbpsを確保していた。実験時に計測した最大帯域は確保していた帯域とよく合致しており、想定どおりの帯域が得られていることがわかった。

2. 遠隔医療機材とのインターフェース

(バーチャルスライドシステム)

WINDS経由で2つの遠隔地点(国際医療福祉大学三田病院、琉球大学)から岩手医科大学に設置したバーチャルスライドサーバにアクセスし、顕微鏡画(静止画)を閲覧できることを確認した。

著者らがチェックしたのは、①機器の作動性、②操作性、③画質の問題、④音声を加えたカンファ

サイド
メモ
2

バーチャルスライド

スライドグラスデジタル化装置により、一定の高倍率(おもに対物レンズ20倍)にて病理組織標本全体または選択エリアを静止画像データとして保存し、画像閲覧ソフトを用いたPCのモニター上で、顕微鏡と同様に表示範囲や倍率(最大光学倍率は取得倍率)を自由に変更させながら観察するシステム。遠隔カンファランスや教育用に使用されている。

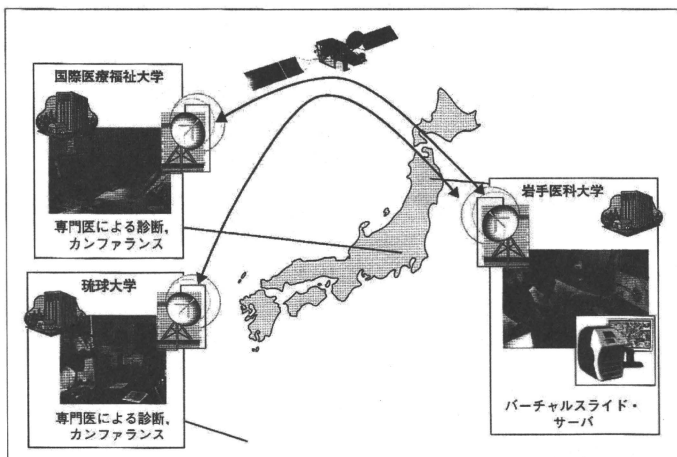


図 2 WINDSのネットワーク
 “きずな”により3地点を接続し、サーバに保存したバーチャルスライド画像とテレビ会議システムによる音声通話を用いて、3地点でのカンファランスを行う。

表 1 評価項目(評価・検討の対象とした項目)

評価項目	評価方法
WINDS 通信ネットワーク	<p>1-1 通信品質評価 通信品質の評価のため、ネットワーク測定ツール(iperf, ping)を使用して通信性能測定(通信帯域, エラー率, RTT, ジッタ)を行い評価する。</p> <p>1-2 最大帯域評価 アプリケーション機材を接続しないときの WINDS 通信の最大帯域を iperf により確認する。</p>
バーチャルスライドシステムによる診断, カンファランス	<p>2-1 バーチャルスライドシステム</p> <p>A) WINDS 経由で2つの遠隔地点からバーチャルスライドサーバにアクセスし、顕微鏡画像(静止画)を閲覧できることを確認する。</p> <p>B) WINDS 経由で顕微鏡画像を閲覧したときの映像品質を目視により評価する。</p> <p>C) WINDS 通信網を経由したときのバーチャルスライドシステムの操作性についてそれぞれの地点で評価する。</p> <p>D) 3地点でバーチャル画像を動かしながらカンファランス可能かどうかの検討を行う。</p> <p>E) 音声(TV 会議)を入れながらそれぞれの地点が主導権を取り画像を動かしながらカンファランスが可能かどうかを検討する。</p> <p>F) 症例は昨年使用した組織だけでなく、細胞診断, 血液像についてもカンファランスが可能かどうかを検討する。</p> <p>G) なお事前に光ファイバー経由でカンファランス可能かどうかを確認する。</p>

ランスの評価, ⑤3地点でのカンファランスについての可能性, ⑥光ファイバーとの比較, ⑦そのほか, 全体的な構成などである。

①WINDS を経由して行われた作動性については, サーバにアップロードした画像にアクセスして画像を確認するまでには1~1分30秒ほどかかり, 画像を動かす際に10~20秒間ぐらいモザイク状の画面となって正常に移行したが, 遠方と交信しながら診断ができるメリットを考えると大きな負担ではなく, 慣れの問題として解決できた。

②操作性の問題は, 通常のバーチャルライドの操作方法に従って画像の視野の選択, 拡大, 縮小の操作を行ったが, まったく障害はなく, 通常の動作を示した。

なお, 本機器は焦点の調節も可能であるが, 今回の診断は通常の取込みで十分であろうという考えで焦点移動可能な情報をもった画像データの取込みは行わなかったが, 細胞診において細胞の重なりをみる際に焦点の移動が問題になった。この点は教訓となったが, それ以外は十分であった。

③画質については大きな問題はなかった。実際に光学顕微鏡でみた場合と大きな遜色はなく, 核・細胞の性状, 特殊染色, 免疫染色の特異性が十分に生かされており, 画像解析による計測の評

価については, 3地点いずれからも可能であった。

また, 取り込む倍率については, 細胞診では通常20倍で診断を行っているため問題はなかった。他方, 白血病など末梢血の診断では, 取込み倍率40倍あるいは80倍にした場合, 細胞内の顆粒がはつきりとして細胞の種類が特定できたが, 取込み倍率20倍ではやや不明瞭な像であった。

④音声機能を加えることでカンファランスが可能となった。今回は音声の遅延があったが, ハード面で意見交換の障害となることはなかった。しかし, 話すタイミングで声が重なることや, 3カ所のなかでどの施設が話しているかわからない場合もあり, 発言する際に合図するなどの工夫が必要と思われた。

なお, 音声のやりとりにはテレビ会議システムを使用し, 発言している人に向かって自動的にカメラが作動することから, 話している表情を画面を通して他の施設でもみることができ, 便利であった。

⑤3地点でのカンファランスは, 今回の検証実験の総合評価となるが, 症例の組織画像をバーチャルライドで操作しながら, おたがいの表情をみて検討することが可能であり, 非常に効果的であった。

3. 遠隔病理診断としての内容の検討項目

初年度は, WINDS を介してインターフェースが問題なく作動するかどうかを検討するために, 盛岡の岩手医科大学の内丸キャンパスと矢巾キャンパスを結んで実験を行った。その結果, 十分に作動するという結果が得られたので, 今年度は音声もいれて本来の目的である病理学的診断, コンサルテーション, カンファランスが可能かどうかを検討した。したがって, 単に場所を変更して遠方にするというだけでなく, 3地点を結んで行うということが本研究の目的であった。今回, カンファランスの対象とした10例を表2に示した。各症例は, いずれにも診断に必要とされる検討事項を有している。実際的な応用の面から多地点によるカンファランスの可能性を考え, 日常のカンファランスあるいはコンサルテーションで問題になりそうな症例を選択し, その問題点を上げ上げた。事前に用意した症例は20症例ぐらいあった

サイト
メモ
3

WINDSの通信品質評価

- a) ping: ネットワークの疎通を確認するためのソフトウェア。指定した通信相手方まで通信が届いているかを確認できる。また, つぎに述べるRTTを測定することができる。
- b) RTT: round trip timeの略。往復遅延時間。あるデータを送ってから, 相手の応答が戻ってくるまでにかかる時間のこと。
- c) iperf: 通信の特性を測定するツールである。測定の際にパケットの送信時間や帯域幅など, 各種パラメータや特性を調整することができる。
- d) 通信帯域: 通信速度と同義語。
- e) エラー率: iperfにより伝送したデータのうち, 何%が欠損したかを示す。
- f) ジッタ: データ転送遅延時間のゆらぎのことである。

表 2 検討の対象とした症例(カンファランスで検討した症例の一覧表)

	内容	目的	治療への影響
1. 肺組織	手術中の迅速診断	野口分類からみていかなるタイプの肺癌か	肺癌の組織タイプによって手術方式が異なる
2. 食道組織	手術中の迅速診断における断端の癌細胞の残存	浸潤傾向はないものの、細胞・組織の状態から癌と診断できるか	癌組織が残存すれば追加切除が必要
3. 甲状腺組織	癌かどうかの診断	核の性状から癌の診断が可能かどうか	甲状腺癌であれば治療方針の選択決定
4. 末梢血の血液像	血液疾患の診断	細胞質、核の観察から白血病の診断が可能かどうか	白血病としての治療、あるいは専門の病院へ患者を紹介
5. 肺の細胞診	細胞診による悪性かどうかの診断	細胞の性状、重なり具合、核の状態などからの診断	肺癌であればタイプによって治療の選択
6. 乳腺	乳癌かどうかの確認	組織構築からみて診断が難しいためコンサルテーションを依頼	乳がんであれば治療方針の選択
7. 乳腺	乳癌の特異的蛋白の発現	HER2 蛋白の発現とその程度を画像解析で行う	HER2 蛋白の発現の強さによる治療の選択
8. 皮膚腫瘍	良悪のボーダーラインの症例、画像解析の利用	Ki-67 というマーカーを用いて陽性細胞のカウント	陽性細胞数が多いということは悪性の指標のひとつとなる
9. リンパ節	形質細胞腫か、炎症反応かの確認	免疫組織化学を用いて単クローン性があるかどうか	腫瘍であれば治療の選択
10. リンパ節	肉芽腫性疾患としての鑑別のコンサルテーション	腫瘍のほか、結核などの所見はないかどうか	サルコイドーシスを考えているが、鑑別の対象となる結核とは治療方針がまったく異なる

が、時間と内容から重複しないので、しかも3地点がそれぞれ主導権をもって行うことができるように10例に絞った。

今回は、それぞれの施設からの提出症例をあらかじめパーチャルスライド(Aperio Scan Scope)で取り込んで岩手医科大学先進機能病理学教室のサーバに保存しておいたが、各施設からの問題提起という形でカンファランスを行った。今回対象とした10症例の標本の特性、染色、問題点を表2にあげた。それぞれの症例で検証する内容が異なる。結果を以下に述べる。

① 迅速組織診断(HE染色)……肺の異常陰影から摘出された組織で組織診断(癌かどうか)、組織構築の判定による治療方針の決定が課題であった。本症例は肺癌であるが、野口分類のAタイプであったため、拡大摘出やリンパ節の郭清は不要で病巣部を摘除するだけで、大きな手術に至らなかった。(岩手医科大学)

② 迅速組織診断(HE染色)……食道の組織で、癌の判定が可能かどうか課題であった。もし癌であれば手術中に追加切除しなければ、手術後にならず再発する。実際の症例では癌組織が残存していると診断されて追加切除し、現在、再発もなく元気である(図3)。(岩手医科大学)

③ 迅速診断, 組織診断(HE染色)……甲状腺組織で結節性病変がみつかり、手術を行った。細胞の核の性状が問題となった症例で、核薄、核内封入体が認められたため、実際の症例では乳頭状腺癌, follicular variant として腫瘍の摘出とリンパ節の廓清が行われた(図4)。(琉球大学)

④ 血液塗抹標本(Giems染色)……白血病などの血液疾患を診断するため、スライドグラスに塗抹した標本の診断であった。塗抹標本は通常の病理診断と異なり細胞自体の性状を問題にするため、細胞・核の性状が明瞭でないとは診断できない。この症例では対物レンズの20倍、40倍、80倍の

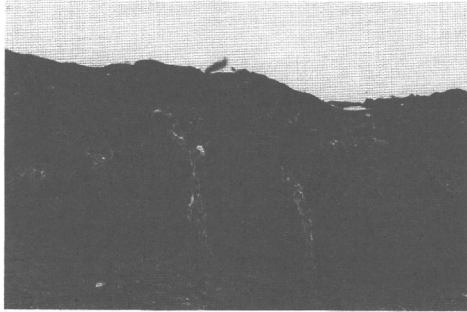


図 3 食道の手術中迅速診断(岩手医科大学症例)
手術中の切除断端に癌細胞の残存が認められたため追加切除となった。

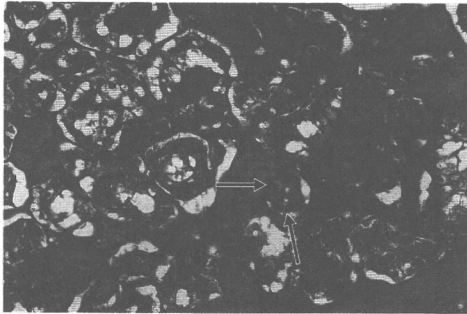


図 4 甲状腺組織(琉球大学症例)
乳頭状増殖の細胞の核に溝(矢印), 封入体が見られることから, 甲状腺癌と診断された。

画像を取り込んで細胞、核の像を確認した。その結果、20倍で取り込んだ画像は確信をもって核・細胞の性質を治療に結びつけられる像ではなく、40倍以上の拡大で取り込まないと診断できないという結果であった。結果的には白血病などの悪性疾患ではなかった。〔岩手医科大学〕

⑤ 細胞診(Papanicolaou染色)……細胞診では、細胞の性質・構造などから悪性、良性を診断するため、細胞・核の性状や細胞どうしの配列・重なり具合が問題となる。組織診断に比べて方法論としては簡便であるが、不確定な部分も多い。本症例の場合は核の大小不同、クロマチンの増加、

細胞の重なり具合から肺の腺癌と診断。20倍で取り込んだが、本症例では診断可能であった(図5)。ただし、細胞診では倍率を上げるのとは別に、焦点調節の可能な像が必要な場合もある。〔岩手医科大学〕

⑥ 乳腺の組織診断(HE染色)……乳癌を疑われた症例であるが、その確認が課題であった。細胞・組織のほかに癌の浸潤が確認できるかどうか、導管の内部での癌細胞の増殖と、一部で導管外への浸潤もみられた。これは診断としては難しいが、組織像としては悪性度が低く、腫瘍の摘出のみで治療は終了し、あとは経過観察となった。

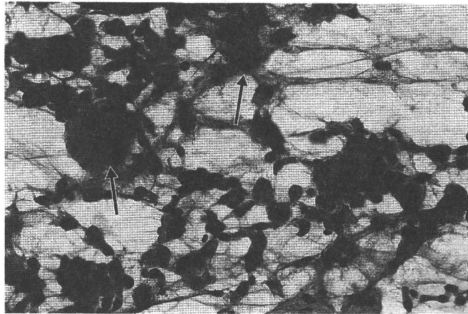


図5 細胞診(岩手医科大学症例)

喀痰細胞診診断, Giemsa 染色によって核, 胞体の特徴から腺癌と診断(矢印).

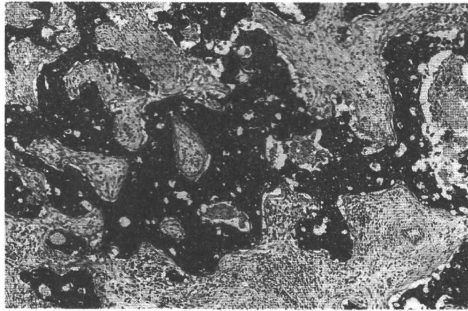


図6 乳癌(HER2)(国際医療福祉大学症例)

免疫染色で HER2 蛋白の証明. 染色の程度からスコア3であり, 抗体療法を行うことになった.

〔国際医療福祉大学〕

⑦ 乳癌の抗体療法確立と画像解析(HER2の免疫染色と治療の選択, 画像解析)……乳癌であるが, いまままでの手術, 抗癌剤とは異なる抗体療法が最近, 行われている. HER2 抗体で蛋白の存在を証明し, それにスコアをつけて治療を選択する方法である. したがって今回の場合は, 染色性を3地点で確認できるかということ, 染色性の程度からみた治療法の選択に画像を利用して行った染色性の強さ, 陽性範囲結果が3地点で合意・共有できるかが課題であった. 結果は, HER2 抗体で3施設とも陽性のスコア3で評価が一致した

(図6). なお, もう一例はスコア2で, さらにFISH法で検査することになった. これも3地点で評価が一致した. この画像解析を用いた評価方法はアメリカのFDAに既に認可されており, わが国でも今後, 導入されて普及していく可能性がある.〔国際医療福祉大学〕

⑧ 皮膚の組織診断(HE染色と免疫染色の組合せと画像解析の応用)……前腕にできた皮膚腫瘍で, 良性の皮膚線維腫を疑ったが, 細胞密度・核の性状に悪性の疑いが残るため, 診断の補助として増殖マーカーであるki-67蛋白について免疫染色を行い, その陽性細胞数のカウントを試みた.

その結果、細胞像は悪性も否定できなかったが、ki-67 蛋白陽性の細胞もそれほど多くなかった。今後、CD34 など他の免疫染色の追加、あるいは皮膚病理の専門家へのさらなるコンサルテーションが必要ということが3施設の結論となった。〔岩手医大〕

⑨ リンパ節の組織診断と免疫染色を利用した診断(HE染色と複数の免疫染色の組合せ)

リンパ節のなかにある細胞の増殖があり、腫瘍、炎症性の鑑別と、細胞が単一の免疫グロブリン蛋白を産生しているかどうかを免疫組織化学的に検討した。細胞の形、核の位置・特徴などの細胞の性状と、免疫染色の結果から形質細胞の増殖と特定できた。さらに、この細胞が免疫グロブリンのκ鎖だけを産生していることから、κ型の形質細胞腫と診断できた。これも核・細胞の性状と免疫染色の陽性が、3地点いずれにおいても確認できた。〔琉球大学〕

⑩ リンパ節にできた非腫瘍性病変(HE染色)

通常、迅速診断、コンサルテーションは腫瘍性病変であることが多い。しかし、それ以外にも重大な感染症を治療するためには、早く診断して早く治療を選択する必要がある。この場合は、病巣を形成する細胞と組織の特徴をよく観察することが必要である。本症例も、結核かサルコイドーシスかでは治療がまったく異なるというものであった。本症例はHE染色で肉芽腫の融合性や壊死が少ないことから、サルコイドーシスと診断された。〔琉球大学〕

■考察

今回は、超高速インターネット衛星“ぎずな”を用いたテレパソロジー実験、なかでもパーチャルスライドシステムを利用したカンファランスの可能性を検証した。前回行ったリアルタイムの動画ではカンファランスを行うことが現状では不可能であるのに対し、パーチャルスライドでは可能であり、音声でたがいの意見の交換も支障なく可能であった。

一方、画像については、はじめにサーバにアクセスして画面で確認できるまでに、画像の大きさが若干異なるが、1～1分30秒かかり、また、主

導権を有する施設が画像を大きく移動させると他の2施設ではモザイク状の画像となり、回復するまでに10～20秒の遅延が生じた。これは光ファイバーの場合はあまりみられない現象であり、通信衛星のもつ遅延の結果と考えられる。しかし、画質からみて診断に与える影響はまったくなく、障害が生じることはなかった。

今回の対象とした細胞、核の形、性状、構造、免疫染色、画像解析で共通の認識を得るという課題はすべてクリアでき、画面を動かして会話を交えながらのカンファランスはきわめて有効であった。

したがってこの方式は、わが国で光ファイバーが敷設されていない場所との交信、カンファランス、テレパソロジーを行う際にはきわめて有効であるが、本システムがさらに活用できるのは海外との交信ではないかと思われる。欧米との間での疾患についてのコンサルテーション・カンファランスや、東南アジア地域など病理医の少ない地域からのコンサルテーションを受けることなどが可能となる。とくに後者の場合は、わが国から毎年、病理医が指導に出かけており、また東南アジアの若い医師が研修にきていることを考えると、この高速通信衛星による事業は国際的な医療貢献になるものと思われる。

最後に今回の通信衛星を介したテレパソロジーの実験は、光ファイバーと比較して若干の遅延がみられた。これは光ファイバーが直接に接続しているのに対し、通信衛星の場合は情報が地上から36,000 km離れたところにある通信衛星を介するため、単純に考えても地上と衛星間の電波のやり取りに遅延を生じるからである。さらに、天候による通信への影響も課題と考えられるが、当日は盛岡(曇りときどき弱い雨)、東京(曇り)、沖縄(曇り)にもかかわらず、ほとんど影響はなかった。したがって、軽度の遅延をもって高速通信衛星の機能が光ファイバーより劣るとはいえず、その汎用性を考えると多くの可能性を有しており、将来は海外との交信実験も行ってみたいと思っている。

文献

- 1) Sawai, T.: The State of Telepathology in Japan.

- In*: Telepathology in Japan—Development and Practice (ed. by Sawai, T.). CELC, Morioka, 2007, pp.3-9.
- 2) Sawai, T.: Telepathology in Japan. *In*: Telepathology (ed. by Kumer, S. and Dunn, B. E.). Springer Verlag, Berlin, 2009, pp.105-125.
 - 3) 澤井高志: 遠隔病理診断(テレパソロジー)の展望. 機器・試薬, 32(3): 326-336, 2009.
 - 4) 澤井高志・他: 第1部 医療の中の病理学9. 遠隔病理診断, 病理と臨床, 27(臨時増刊号): 64-72, 2009.
 - 5) 澤井高志・他: 世界ではじめての超高速インターネット衛星“みずな”(WINDS)を用いた遠隔病理診断(テレパソロジー)の実証実験. 医学のあゆみ, 233(4): 319-324, 2010.
 - 6) Sawai, T. et al.: The state of telepathology in Japan. *J. Pathol. Inform.*, 1(1): 13-18, 2010.

■共同研究者

学外: 開原成允, 三瓶宏一(国際医療福祉大学大学院), 北山康彦, 板橋正幸(国際医療福祉大学三田病院

病理部), 齊尾征直, 小菅則豪, 仲宗根克(琉球大学附属病院病理部), 野田 裕(仙台オープン病院消化器内科), 鈴木智美(独)宇宙航空研究開発機構宇宙利用ミッション本部), 吉野浩二, 渡邊 誠, 常山道夫, 中屋雄一郎(宇宙技術開発(株)), 岩間裕之, 牧野英哉(アピリオ・テクノロジーズ(株))

学内: 黒瀬 颯, 三浦康宏(岩手医科大学病理学講座先進機能病理学分野), 及川浩樹(同病理病態学分野), 安保淳一(同附属病院中央臨床検査部), 吉田良純(同研究助成課), 斉藤健司(同総合情報センター), 乙茂内博, 高橋友樹(同施設課), 中島久雄(同画像情報センター)

本研究は文部科学省研究開発局の“平成 22 年度宇宙利用促進調整委託費——衛星利用の裾野拡大プログラム”によるものである。

* * *

バーチャルライドの 教育への応用

澤井高志 / さわいたかし

岩手医科大学病理学講座先進機能病理学分野

2010年、東京で開催された第99回日本病理学会総会のコンパニオンミーティングで「医学教育におけるバーチャルライドの活用」という課題が取り上げられた(表1)。米国で始まったバーチャルライドの利用が、現在わが国にも導入され、顕微鏡画像の分野で利用が始まった。IT機器の進歩、デジタル化という波に乗りつつ、一方では歴史的に長い期間利用され、医学教育のシンボルともいべき顕微鏡の不要論、さらに電子図書と同様に電子画像教育という課題を医学教育に投げかけ、大きな広がりを見せている。ここでは、バーチャルライドについて簡単に触れながら、今回行なわれたコンパニオンミーティングの内容紹介や教育面での応用について触れてみたい。

■バーチャルライドとは？

バーチャルライドとは、ライドガラス上の組織画像をデジタル化したものであり(図1)、観察は従来の光学顕微鏡ではなく、パソコンの画面上で行なわれる。わが国ではバーチャルライドとよばれるが、米国ではデジタルマイクロスコープ、その装置をデジタルマイクロスコープと呼

ぶ。「International Journal of Surgical Pathology」誌に掲載された論文¹⁾によれば、メリーランド大学のコンピュータ部門とジョン・ホプキンス大学の病理学教室の共同開発によって1997年に初めて報告されており、世に出てまだ15年になっていない。まさにパソコンの機能の驚異的な発展・進歩の産物であり、さらに光ファイバーの発達がその応用に拍車をかけたIT時代の申し子といえる。以下、「バーチャルライドの教育への活用」という点に絞って述べてみる。

■バーチャルライドの医学分野への応用の経過

バーチャルライドは現在、診療・教育・研究の分野で利用されている。診療では、診断した症例や貴重な症例の記録保存、コンサルテーションのための保存などに利用されている²⁾。生検診断例については、保存のための人手、読み取り時間、サーバーの容量・圧縮の問題があり、全症例を保存している施設は少ない。しかし、コンサルテーションは、プレパラートの郵送と返送の手間、伝送時間の短縮、複数箇所への送付が可能、さらに症例の電子保存の面などから、今後大きく利用が広がると思われる。

研究の面では、現在わが国でバーチャルライドを研究に利用している施設は少ない。欧米、とくに米国では乳がんのHer-2の診断、研究に利用され、バーチャルライドを利用した応用は、既にFDAによって認可されている^{3,4)}。この方式は免疫組織化学の染色性の強さ、拡がりがいバラメー

表1 第99回日本病理学会総会コンパニオンミーティング13
「医学教育におけるバーチャルライドの活用」

座長：澤井高志(岩手医科大学医学部病理学講座先進機能病理学分野)

1. 医学部初年次学生・コメディカル学生に対するVirtual Slide教育の実践
佐藤洋一(岩手医科大学医学部解剖学講座細胞生物学分野)
2. バーチャルライドの医学教育への応用のあり方——病理組織学実習への利用
佐々木功典(山口大学大学院医学研究科分子病理学(旧第二病理))ほか
3. バーチャル畑でつかまえて
小谷泰一(京都大学医学研究科総合解剖センター)
4. DVDバーチャルライド教材の開発
橋口明典(慶応義塾大学医学部病理学教室)ほか
5. バーチャルライド(VS)の病理学教育への応用——症例供覧と回答システムの構築
黒瀬 順(岩手医科大学医学部病理学講座先進機能病理学分野)ほか
6. e-learningソフトWebClassを利用したバーチャルライド実習
吉見直己(琉球大学医学部腫瘍病理学)
7. バーチャルライドシステムを用いた病理学教育：医学教育博物館における経験
森谷卓也(川崎医科大学現代医学教育博物館)ほか

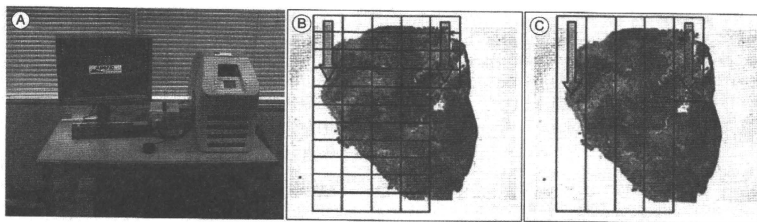


図1 バーチャルスライドとその原理

現在、岩手医科大学の病理学講座で使われている Aperio 社のバーチャルスライド (A)、面撮影 (タイリング方式) (B)、ストライプ撮影 (ラインスキャン方式) (C)。いずれも全視野を取り込んだ後、隣接画像を張り合わせて 1 枚の画像に再構成される。20 倍あるいは 40 倍のレンズで全視野をスキャンし、デジタルデータとして保存。

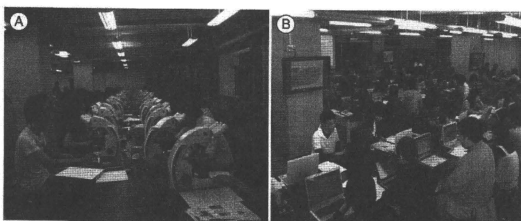


図2 学生の実習風景の変化

A: 顕微鏡を用いた実習, B: バーチャルスライドによる実習。

タとなるが、客観的な診断となり、治療の選択へと結びついている。この分野はわが国では未開拓だが、陽性物質の個数、長さ、面積の定量化が可能になり、また連続切片への読み込みから立体画像の組み立てなどにも応用可能となる。そのなかで、バーチャルスライドがわが国でもっとも利用されているのは教育の分野であろう。これは医学教育における組織学、病理組織学の顕微鏡実習で主に利用されている。

■バーチャルスライドのわが国の現状と教育への応用

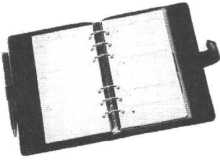
わが国では 2003 年から山口大学でアペリオ社のものを導入し、教育に利用したのが最初である⁵⁾。その後、いくつかの大学で利用されたが、当初はバーチャルスライドで取り込んだ画像を DVD にして学生に配布するという方式が取られていた。しかし、画像容量が大きいく、1 枚の DVD に書き込める症例は数枚に限られていたため多数

例を利用することは不可能であった。

一方、厚労省はがん対策のなかで、バーチャルスライドの利用による癌診療の均てん化政策を推進し、機器の購入に対して半額を援助する制度を設けた。これによりバーチャルスライドの普及が促進され、現在わが国におけるバーチャルスライドの普及台数は約 250 台、医科大学の約 60% に導入され、約 20% で教育に利用されている。現在は画像をサーバーに保存し、学生、教官を主体とする利用者が、ID、パスワードでアクセスをして利用する方式になっている。主な利用の領域は組織解剖学、病理解剖学の組織実習に利用されているが、今までこの組織実習は光学顕微鏡で行なわれているため顕微鏡実習とよばれていた。現在はバーチャルスライドと顕微鏡を併用するところが多いが、岩手医科大学の一部で行なわれているように殆どバーチャルスライドに変えられた機関もある(図 2)。

Essay

“教授のつぶやき”



顕微鏡実習は必要か、不要か？

澤井高志

岩手医科大学医学部病理学講座先端機能病理学分野教授

一般にお医者さんのイメージというと白衣を着て、額帯鏡をつけて聴診器をもっている、あるいは顕微鏡をのぞいているというのがトレードマークになっているのではないだろうか。ところが、最近の医学教育の分野では、この顕微鏡実習について異変が起こっている。

私はリウマチ性疾患を病理組織学的に解析する研究に従事しているが、医学部にいられつきとした病理学の教授であり、病理組織を中心とした講義を行っている。これまでは、2年生で総論(炎症、免疫など)、3年生で各論(循環器、呼吸器など)、そして6年生でCPC(clinico-pathological conference: 臨床病理検討会)を行っているが、その中心は病

理組織学であり、さらにその中心は顕微鏡による観察実習であり、顕微鏡の使い方(これは組織解剖学でも行うが)から始まり、それぞれの病変を組織学的に観察し、場合によってはスケッチもさせて、指導、評価してきた。

ところが、最近、バーチャルスライドというツールがアメリカで開発され、日本にも導入されてきた。バーチャルスライドはDigital Slideとも呼ばれており、欧米ではこの名前が一般的に使われている。どのようなシステムかというと、ちょうどインターネットを利用したGoogle Earthをイメージしてもらうのがよい。ある特定の番地、建物をインプットするとその地域一帯が選択され、操作

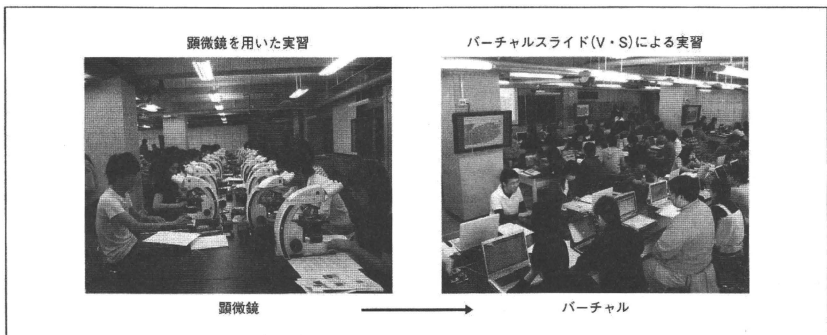


図 学生の实習風景の変化



によって大きく拡大でき、一時、プライバシーまで侵害するというで問題になった。アメリカの軍事利用で開発された成果ともいわれているが、最初に見たときの感激は忘れられない方も多いと思う。

これと同じコンセプトで開発されたのがバーチャルスライドである。原理としてはバーチャルスライド機器に備えられた対物レンズで組織標本を20倍あるいは40倍に拡大しながらスキャン方式で読み込み、そのデータをDVDあるいはサーバーに取り込んで保存し、それをパソコン上で自由に倍率、視野を変えながらの観察が可能になる。これまでの単なるデジタルズーム形式の拡大であれば画像がボケてしまうが、バーチャルスライドの場合は顕微鏡の対物レンズを交換したようにルーペ像から40倍まで連続的な倍率の変換が可能である。したがって、このシステムを利用するといつでも、どこからでもインターネットを利用してID、パスワードをインプットしてデータを保存してあるサーバーにアクセスでき、病理の組織画像の学習が可能になり、このシステムを利用すると欠席した学生の自宅学習あるいは復習にも利用できるだけでなく、臨床の医師との相互利用、学会、研修会、生涯教育にもインターネットを介して応用可能である。

この方式を用いると、学生にとってパソコンさえあれば顕微鏡は不要となる。病理の側からみる

と全く夢のような時代が到来したものである。この方式を用いれば、医学部定員増加に対しては、スペース、顕微鏡、実習標本を増やすなど負担がはるかに少なくなる。組織学・病理学の分野にとってはまさに革命的なツールの出現である。

ところが、このバーチャルスライドの利用について病理学を教える側から異論が出ている。顕微鏡を扱えない医師が出てくる危険性があるという意見である。顕微鏡を扱えるのが医師として当然だということである。ちなみに、6年の卒業時までに双眼の顕微鏡を扱えない学生が1学年に2、3人はいるという話を聞いたことがある。

一方、この裏返しではないが、臨床の先生いわく「顕微鏡を扱えなくても診断ができればいいんじゃない。」「臨床医にとっては、顕微鏡をみるよりパソコン画面のほうが抵抗が少ない。」さらに医師にとっての必要なものというのは紙媒体のカルテから電子カルテへ、X線画像もフィルムからデジタルデータへと時代とともに変化するからということで、バーチャルスライドの導入に大賛成のようである。

当分は、顕微鏡とバーチャルスライドの併用でいかに得ないと思っているが、組織学、病理学にとって、今まで見直すことのなかった顕微鏡実習というものの意義を今後考えていく必要があるだろう。

Ⅱ. 分担研究報告

血液疾患分野におけるバーチャルライドの応用

研究分担者 石田 陽治 岩手医科大学医学部内科学講座 血液・腫瘍内科分野 教授

研究要旨

バーチャルライドを血液疾患領域の教育に応用できるかどうかの検討を行った。その結果、細胞の解像度が問題になることから、通常の組織像より高い倍率で取り込んだほうが画像が鮮明であった。また、塗沫標本では取り込む視野を考慮しないと取り込み時間が大きくなるため視野をある程度限定した形で行うべきことが明らかになった。この方法に基づいて光ファイバーだけでなく、通信衛星「きずな」を用いた遠隔カンファランスを行ったが、十分に実用化が可能であった。今後、血液分野での教育システムの開発が望まれる。

A.研究目的

バーチャルライドの応用は組織だけでなく、細胞診や白血病などの血液疾患に利用されるべきものである。現在、血液疾患の遠隔医療、コンサルテーションは、診断を依頼する側の医師がプレパレートを送るか、適当に顕微鏡画像を選択して静止画像としてメールに添付して行われている。しかし、血液の塗沫標本では範囲が広く、そこから選択するのは困難であり、むしろスライドを送付した方がストレスは少ない。

そこで、バーチャルライドのように画像を読み込ませてサーバに保存して利用者に見てもらおうと非常に簡便で、研修医が学習するときも正常細胞と異常細胞の鑑別を自分の判断で能動的にしやすくなる。

しかし、細胞を対象とする場合は組織と違い、細胞1個1個の観察をする必要があるため、診断を組織構築に依存している組織診断とは大きく異なる。そこで、通常、利用されている20倍での組織診断が塗沫標本でどの程度通用するかについて検討した。

B.研究方法

- 1) 通常の取り込み時間の検討
一般に塗沫標本の範囲が広く細胞密度が小

さいため、取り込みにかかる時間について検証した。

- 2) 画質の観察
倍率20倍で取り込んでも通常は不都合は生じないが、解像度が若干低下するため、これを40倍、80倍と比較した。
- 3) 血液疾患と同時にバーチャルライドを利用した画像を通信衛星「きずな」の伝送実験にほかの症例と比較した。

C.研究結果

- 1) 取り込み時間
塗沫標本全体を取り込んだ場合、倍率20倍で行ってもかなりの時間を要するが、一方、操作は依頼する側にとって視野を選択して送るのは困難である。異常血液は塗沫標本内にある程度散在しているという可能性があり、範囲を限定しても白血球細胞は取り込まれるということが考えられるため、取り込む視野を選択しても構わないといえる。

- 2) 画質
組織標本では細胞異形、構造異形をみて診断

するが、細胞診、血液疾患では細胞像に限定されるため、細胞の性質、例えば大きさ、形態、核の大きさ、クロマチンの量、粗さなどをはっきりと正確に診断する必要がある。この点については、通常の20倍の取り込みでは、クロマチンの状態が不鮮明で、全部の細胞が正確に診断されるとは限らない危険性を含んでいる。そこで、40倍、80倍に倍率を上げて取り込んだところ、鮮明な細胞像が得られ、診断に十分耐えうる状態であった。しかし、一方で40倍は20倍に対して、縦2倍、横2倍になっているため取り込みに計4倍の時間がかかる。したがって、80倍の倍率で取り込むと4倍×4倍で16倍の時間を要することになる。したがって、血液疾患の場合は、40倍の倍率で視野をさらに絞って取り込むべきである。なお、このバーチャルライドは三次元、つまりピントの調節は可能であるが、今回は技術の習得に慣れていないため行わなかったが、もし、ピントの調整がバーチャルライドで可能になるとすると40倍、80倍での取り込みは不要になる可能性もある。

3) 通信衛星を利用したカンファランスでの実験

文科省の研究助成のもとに財団法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）と共同で行った通信衛星「きずな」を利用した遠隔病理診断の実験の際、このバーチャルライドによる血液診断についてのテーマを取り入れた。その結果、上記2)のごとく、20倍では画像がやや不鮮明な感じであったが、40倍、80倍では鮮明であり、通信衛星を介しての診断にも応用できることが、本カンファランスを通して証明された。（図1）

D. 考察

今回の結果から、細胞を対象とした血液疾患でもバーチャルライドは有効であることが明らかになった。しかし、構造的な要素が含まれないた

め細胞の鮮明度が通常の組織像よりも問題となり、通常の20倍よりは40倍以上の取り込みのほかが利用しやすい。一方、塗沫標本は取り込み範囲が広いため範囲を選択して取りこまないという時間がかかり過ぎてしまう欠点もあるため、これは注意すべきである。

教育的な面からみると、血液疾患は学生、研修医にとって比較的苦手な分野といわれており、通常の診断のコンサルテーションだけでなく、医師の国家試験、専門医試験などでも広く出題されることから画像を利用して広く教育できるシステムの開発が望まれる。

E. 結論

バーチャルライドを用いて血液領域における血液疾患の画像を検討した。その結果、細胞像を問題とするところから、取り込み倍率を高倍率にすると高精細の画像が得られた。通常の組織よりは微妙な点があるものの、学生教育や研修医教育、カンファランスなどには十分に利用できることが明らかになった。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

石田陽治：岩手県における血液疾患のテレサイトロジーネットワーク。札幌市立病院テレサイトロジー研究会。2010年5月21日、札幌。

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他