

201119025A

厚生労働科学研究費補助金
がん臨床研究事業

地域医療に貢献する医師養成のための
バーチャルスライドを利用した学習ツールの
開発に関する研究

平成 23 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 澤井 高志

平成 24 (2012) 年 4 月

目 次

I. 総括研究報告	
地域医療に貢献する医師養成のためのバーチャルスライドを利用した学習ツールの開発に関する研究（澤井 高志）	1
II. 分担研究報告	
1. 血液疾患分野におけるバーチャルスライドの応用（石田 陽治）	19
2. バーチャルスライドを用いた小腸移植病理の学習ツールに関する研究（猪山 賢一）	21
3. 信州大学医学部附属病院での病理診断におけるバーチャルスライドの運用（菅野 祐幸）	22
4. がん病理診断標準化・均霑化のための VS の利用 病理医の生涯教育として（黒瀬 顕）	24
5. 医学教育における Virtual Slide の意義（佐藤 洋一）	27
6. 地域医療に貢献する医師養成のためのバーチャルスライドを利用した学習ツールの開発に関する研究（白石 泰三）	29
7. 医学教育、学会、認定医、登録医、生涯教育に応用可能なバーチャルスライドを用いた学習ツールの開発に関する研究（谷田 達男）	31
8. バーチャルスライドの標準化動向とベンダの対応状況に関する調査研究（東福寺 幾夫）	33
9. バーチャルツールを用いたリウマチ膠原病疾患教育に関する研究（中村 洋）	36
10. バーチャルスライド(VS)を利用した診断スペクトルの構築 病理診断の精度向上を目指して（古谷 敬三）	38
11. バーチャルスライドの医学教育への活用法に関する研究（森谷 卓也）	59
12. 地域医療に貢献する医師養成のためのバーチャルスライドを利用した学習ツールの開発 ーバーチャルスライドを利用した動的な情報提示の有用性ー（吉見 直己）	61
13. 腎生検標本に対するバーチャルスライドの有用性に関する研究（渡辺 みか）	63
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	65
IV. 研究班員名簿	69

I . 総括研究報告

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）
総括研究報告書

地域医療に貢献する医師養成のための
バーチャルスライドを利用した学習ツールに関する研究

研究代表者 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 教授

研究要旨

地域による専門医師の偏在と不足は大きな社会問題であり、このような状況のなかで研修医は日常の診療に従事しつつ学習を行っている。研修医が要求される多くの医療知識のなかで病理組織学は、がん治療の方針決定だけでなく、肝疾患、腎疾患においても治療の方向性を決定付ける重要な内容を有しており、近年の初期研修医制度では、この病理学を利用した臨床病理検討会（CPC）と報告書の提出が義務づけられている。しかし、現実にはこれらに応じた十分な教育プログラムがないため病理医に任せきりになっているのが現状である。

本研究では病理組織学を利用した疾患を総合的に学習する教材を作成し、インターネットを介してパソコンで利用できる学習ツールの開発をおこなった。最終年度では、初年度に作成したプロトタイプに改良を加え、学習内容を増やして実際に研修医らに利用してもらい評価を受けた。また、継続的に実施している WEB 会議に関しては、実際にパワーポイントを利用して教育への応用を検討した。

A. 研究目的

医学教育には、成書を熟読して内容を深く理解することと、病理組織、放射線画像、内視鏡画像、CT・MRI 画像などの医療画像をみて知識、経験を深めることの両者が必要とされる。しかしこれらの系統だった教材は作られておらず、それぞれのテキストと画像を併用しながらの学習が主であった。一方、1998年に米国で開発されたバーチャルスライド(以下、VS)は世界的な広がりを見せており、医学教育やカンファレンス利用など多くの分野で使われ、日本においても多くの医療機関、教育機関に導入されている。

本研究は、医師養成のための VS を利用した、総合的な疾患学習が可能な学習ツールの開発であり、デジタルデータの特性を活かして WEB カンファレンスや会議等の応用についても検討を行うことである。これらのシステムは、インターネットを利用してサイトへアクセスすれば遠方からでも学習可能であり、最近の IT 機器を利用した学習システムの一つといえる。

本研究の背景には、我が国にみられる医師不足がある。岩手県でも社会人大学院生の研修医が、単位取得のために遠方の地方病院から大学まで時間をかけて移動している現状は、単に移動のために時間がかかるだけでなく、病院を留守にせざるをえないという医療面での問題も重なっている。

本研究の目的は、このような状況を改善し、さらに医療レベルを上げるために、IT 機器を用いた教育システムを構築することであり、最終年度では、初年度の内容に更なる機能を加え、実用化に向けての今後の課題を検討とした。

B. 研究方法

本研究で使用する VS データは全てアピリオ社の VS システム (ScanScope) 使用した。具体的な内容は以下の通りである。

1. VS を利用した学習ツール

自己学習利用のサイト構築を、①アピリオ社のイメージサーバである「Spectrum」と、②民間会社エムビジョンと共同で開発した学習ツールの2通りで検討を行った。①の「Spectrum」は、前回のデータ階層の構成が分かりにくいとの反省から、今回は既存の階層を、「Course」⇒「器官」、「Lesson」⇒「臓器」、「Specimens」⇒「疾患種別」、「Digital Slide」⇒「疾患名」としてコンテンツ構築を「NASH」症例で再検討した。②エムビジョンと共同開発を行ったサイトは、VS データを「Zoomify」ソフトを使って web ブラウザ上で表示可能とした。コンテンツとなる症例は、学習比重が高く、かつ、最近話題となっている重要な消化器疾患で、研修医、学生の学習に必須と思われる 10 疾患を岩手医科大学消化器

病学の滝川教授に選択を依頼し、班員および協力者にコンテンツデータの作成を依頼した。また、「消化器」以外としては、「骨格」「皮膚」に関するデータを組み込み、内容充実を図った。

本システムの利用対象者については、基本的には医師養成のための研修医向けのものとしたが、疾患を学習する上で、医師の生涯教育にも利用可能にするために難易度のレベル設定や Grade は設けなかった。また、昨年の反省から VS だけでなく、マクロ画像、X 線、CT 画像などの upload できる枚数を増やすことができるようにし、画像のなかにアノテーション、マーキングが表示できるようにシステム改良を行った。

コンテンツの 1 例を挙げると、非腫瘍性疾患の代表である炎症性腸疾患の潰瘍性大腸炎 (UC) については、疾患概念、Stage、肉眼的に偽ポリープ像など比較的活動性の高い像から炎症が鎮静化した像、それに併せた X 線の鉛管像など、UC について総合的に学習できるようにした。さらに腸疾患を学習する際に医学の初歩に戻って、解剖、組織学的な学習ができるように解剖、組織学の佐藤洋一教授 (研究分担者) にコンテンツを依頼し、疾患と正常の両方を画面に表示して学習できるようにした。

2. WEB 班会議の実施

初年度と同様の方式で WEB 班会議を実施した。今回は「Adobe Connect8」ソフトを利用して、岩手 (盛岡市と矢巾町) と沖縄を結んで行った。参加者の画面には、発表者の PPT や PDF、またはインターネットサイトが同期表示の状態で見られるため、事前に「Adobe Connect8」にアップロードし、WEB カメラと音声の設定を行って岩手医大会議室と、琉球大学の様子を表示した。

(倫理面への配慮)

本研究で用いたデータは、個人を特定できる内容は取り扱っておらず、また学習ツールで制作した内容については班員とその関係者 (研究依頼者) のみに公開したもので、公開性の低いものとしている。コンテンツを制作する上で扱う臨床データの取り扱いに関しては、個人を特定できないようにし、関連機関の承諾を得る配慮を行った。

C. 研究結果

1 の学習ツールの製作に関しては、①「Spectrum」利用はテスト版のみ作成して検討し、②の「Zoomify」ソフトを利用した方法に関しては、分担・協力研究者らには疾患のコンテンツ作成を依頼し開発をすすめた (表 1)。

班会議で制作した内容を検討し、今後の課題、修正点が挙げられた。画面の構成 (画像とテキスト表示の分量、バランスなど) 見易さをさらに考慮し、また、VS データを扱う利点を活かすために、テキストにリンク機能を設けて VS 強拡大表示するなどの改良を行った (図 1)。

2 の WEB 会議については、平成 23 年 9 月と平成 24 年 2 月に沖縄と岩手を結んで実施した。9 月の会議では、PPT ファイルの発表形式を減らし、外部リンクでインターネットサイトの画面を同期表示させ、画面を見ながら活発な議論が行われた (図 2)。2 月の会議では、PPT ファイルの発表形式をメインに行ったが、動画ファイル (flv 方式) に関してはスムーズに作動しない現象が発生し、今後の課題となった (吉見報告参照)。しかし、基本的な操作部分としての極端な音声の聞き取りにくさや遅延、カメラ表示の遅延、伝送障害は見られず安定した機能でスムーズな会話が可能であったことから遠隔講義としても十分に利用可能であることが実証された。

D. 結論および考察

本研究の主目的である VS を利用した学習ツールの開発について、「Spectrum」と「Zoomify」の 2 通りで検討した。前者の利点は、データベース内から VS を閲覧するため、スキャン後のデータ変換が不要で、大量の VS データを扱いやすく、コンテンツ量の充実が期待される。一方で、VS 以外の臨床データをどのような項目で設定して見せるかが課題である。今回の検証で、一つの学習モデルが完成したが、コンテンツの構成自体をスペクトラムの階層構造やページ構成を念頭に考慮することで、今後、より見やすい内容を制作できるものと思われる。後者の「zoomify」ソフト利用したサイトは、初年度のディスカッションからさらに踏み込んだ内容での開発を行い、11 症例のコンテンツデータと、正常コンテンツ 3 例が完成した。これを医学部 6 年生と研修医に体験させて感想を聞いたところ、「VS 画像を扱っているのが参考になる」「新しい学習の形として期待がもてる」といった評価がある一方で、「実際の使いやすさをもっと追求すべき」「リンク機能や情報量を充実してほしい」「タブレット、スマートフォン端末の利用想定した教材がほしい」といった実用化を期待する声が出ている。

iPad やアンドロイドといったタブレット端末の利用に関しては、VS のしくみが flash 技術を用いているのに対し、iPad が flash 対応ではないことから、VS データ (svs データ) 単体の表示が不可能であることが明らかとなった。一方で、flash 対応のタブレット端末では表示できたが、3G 回線ではスムー

ズな動作が厳しいなど、ブロードバンド環境下の PC 使用で VS を見る環境に比べて実用化までの課題は多い。

遠隔講義については、本研究では VS をみながらのカンファレンス、講義への利用になるが、この利用目的は、教官側対学生側、あるいは研究者同士の討論が可能かどうかの検討である。このシステムは当初、教官対学生を 1 対 3 程度が適切で、1 対 4 にするとお互いの表情が読み取れない現象が起こったが、検討の結果、利用する PC の機能に左右されることが明らかになり、1 : 9-10 程度でも遠隔講義が可能であることが明らかになった。

これらのシステムに共通する点はいずれも VS システムを利用した形での IT 機器による学習、あるいは講義・カンファレンスである。従来の教育スタイルと比較して、今回のシステムは時間的、経済的効率の高いシステムであることはいうまでもない。特に 3 月の東日本大震災以来、このような IT 機器の活用が期待されており、今後は Face to Face、あるいはそれ以上の効果を得ることができると期待される。

今年度は 2 月と 9 月の班会議において、岩手医大内丸キャンパスと矢巾キャンパス、琉球大学の 3 地点を結んでのカンファレンスを行った。遠隔会議を行う場合、一般的には高価な専用機器を利用して行われるが、本システムでは個人のパソコンで簡易に参加が可能である。また、パソコンを介した画像を表示できるため、大勢の人数、教室、会議室などで自由に会議を設定することが可能である。利用の仕方によっては personal な会議システムとしての自宅でも利用が可能ではないかと思われる。

VS については、今回の班員の報告をみると血液疾患（石田）や腎標本（渡辺）での応用は教育効果が大きく、顕微鏡実習の補完としての意義が大きい（佐藤）と報告されている。実際に学生教育の応用（谷田、吉見、森谷）、医局の病理診断業務利用（菅野）、貴重な症例蓄積（猪山）、リウマチ教育への VS 利用（中村）、診断スペクトルの構築（古谷）といった VS の応用例は多岐にわたっている。病理研修会での事前 VS 公開（黒瀬）は過去 5 年の実績をみても参加者からの評判は高い。このように近年の VS 利用への流れは強く、VS ベンダ各社は電子カルテ、医療システムを想定した共通化、標準化対応は必須のものと思われる（東福寺）。

近年の VS の普及は、病理教育のあり方を大きく変え、顕微鏡と併用または完全に VS で組織学実習を行う機関も増えつつある。世界的にみても、欧米またはアジア地域の一部では、VS を使った教育が盛んになりつつある。しかし、本研究のような、VS

を組み込んだ疾患を総合的に学習できるツールは未だみられていない。VS を使った教育利用は進んでいるものの電子教科書となりえるまでに完成された教材はなく、今後、医師養成のための医学教育に大きく貢献するものと考えられる。

E. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 松村 翼、鎌滝章央、千葉 岳、斉藤健司、元田敏浩、笠井啓之、熊谷一広、黒瀬 顕、白石泰三、森谷卓也、澤井高志：日本におけるバーチャルスライドを利用したコンサルテーションシステムの開発。病理と臨床。29(9): 1027-32(2011)
- 2) 黒瀬 顕、澤井高志：バーチャルスライドの病理診断への有効利用—コンサルテーションシステムと症例供覧—。病理と臨床。29(12): 1314-19(2011)
- 3) 中山育徳、松村 翼、赤坂俊英、澤井高志：Virtual slide を利用した Teledermatopathology における新しいコンサルテーションシステムの開発。岩手医誌 (in press)
- 4) Sawai T, Matsumura T, Kamataki A, Miura Y, Uzuki M: Current Status of Digitization of Pathology Images and Telepathology in Asia. J Pathol Inform (in press)

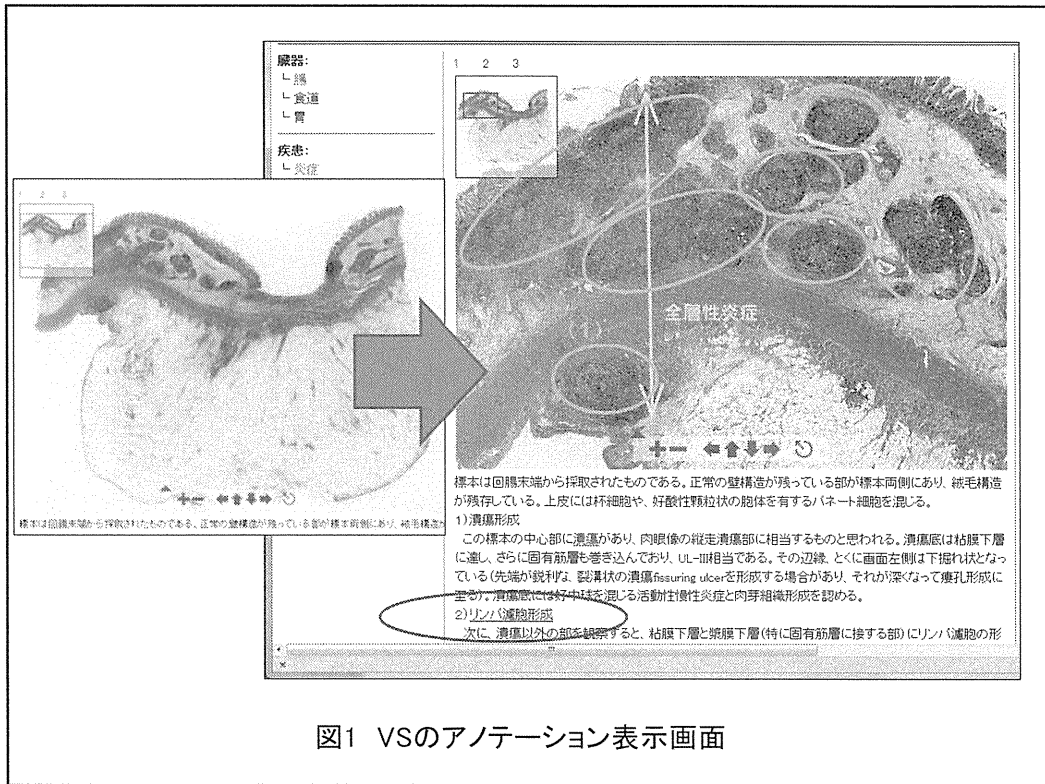
2. 学会発表

- 1) 澤井高志：我が国におけるテレパソロジーの発展と今、最前線でおこなわれていること。第 10 回日本テレパソロジー・バーチャルマイクロコピー研究会。2011 年 9 月 9-10 日。京都。
- 2) 東福寺幾夫、澤井高志：バーチャルスライドの普及状況に関する調査研究。第 10 回日本テレパソロジー・バーチャルマイクロコピー研究会。2011 年 9 月 9-10 日。京都。
- 3) 澤井高志：わが国における病理画像伝送技術の最近の状況と将来の展望。平成 23 年度日本遠隔医療学会学術大会。2011 年 10 月 14-15 日。旭川。
- 4) 菅野祐幸、松村 翼、澤井高志：VS を用いたデジタルコンサルテーションシステムの開発と応用（オープンフォーラム）。第 100 回日本病理学会総会。2011 年 4 月 28-30 日。横浜。
- 5) 黒瀬 顕、澤井高志：IT を用いた新しいシステムによるコンサルテーションシステム—バーチャルスライドやインターネットの利用—。第 100 回日本病理学会総会。2011 年 4 月 28-30 日。

- 横浜.
- 6) 三浦康宏、松村 翼、佐藤 聡、吉見直己、澤井高志:VS を利用した遠隔教育システムの開発. 第 100 回日本病理学会総会. 2011 年 4 月 28-30 日. 横浜.
 - 7) 東福寺幾夫、澤井高志:バーチャルスライドの利用状況～平成 22 年度 VS 利用状況調査～. 第 100 回日本病理学会総会. 2011 年 4 月 28-30 日. 横浜.
 - 8) 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:超高速インターネット衛星を利用した遠隔病理診断(テレパソロジー)の実証実験について. 第 100 回日本病理学会総会. 2011 年 4 月 28-30 日. 横浜.
 - 9) 澤井高志、三浦康宏、鎌滝章央、松村 翼:バーチャルスライドを中心とした総合的学習ツールの開発. 平成 23 年度教育改革 ICT 戦略大会. 2011 年 9 月 8 日. 東京.
 - 10) 松村 翼、三浦康宏、鎌滝章央、澤井高志:バーチャルスライドを利用した WEB 会議システムの開発. 平成 23 年度教育改革 ICT 戦略大会. 2011 年 9 月 8 日. 東京.

器官	臓器	疾患種別	疾患名
消化器	腸	炎症	潰瘍性大腸炎(澤井)
			Collagenous colitis(白石)
			クローン病(森谷)
	胃	腫瘍	消化管間質腫瘍(渡辺)
	食道	炎症	バレット食道(吉見)
肝・胆・膵	肝臓	その他	非アルコール性脂肪肝炎(滝川)
		代謝	ウィルソン病(黒瀬)
		腫瘍	肝細胞癌(古谷)
	膵臓	炎症	自己免疫性膵炎(菅野)
		腫瘍	膵管内乳頭粘液性腫瘍(野田)
皮膚	皮膚	炎症	乾癬(中山)
骨格	関節	炎症	関節リウマチ(中村)

表1 学習コンテンツ制作内容内訳



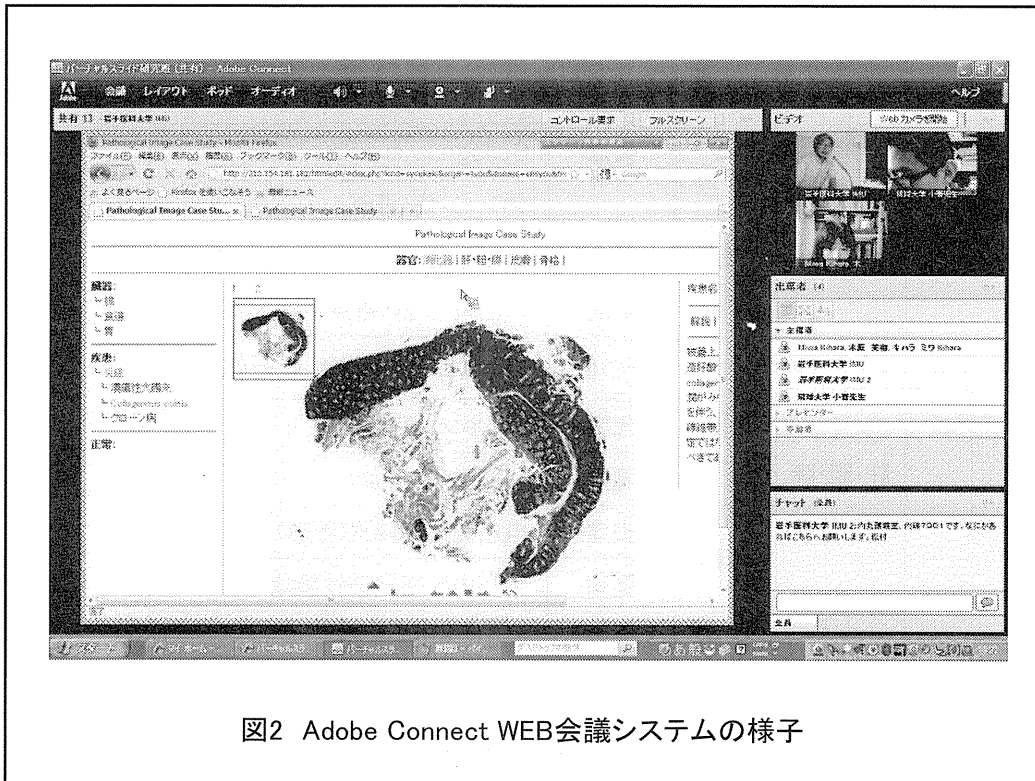


図2 Adobe Connect WEB会議システムの様子

日本におけるバーチャルスライドを利用したコンサルテーションシステムの開発

松村 翼*1 鎌滝章央*1 千葉 岳*2 齊藤健司*2 元田敏浩*3 笠井啓之*4
熊谷一広*5 黒瀬 顕*6 白石泰三*7 森谷卓也*8 澤井高志*1

はじめに

病理診断は、治療方針の最終決定を下す重要な業務である。しかし、日本における診断病理医の数は医師の中で最も少なく、現在約2,000名で、人口当たりでは米国の約1/5である¹⁾。そのため、日本では1つの病院に常駐する病理医が1人であることが多く、“一人病理医”という言葉が使われている。病理医が少ないということは、1人当たりの仕事量が多く、オーバーワークとなるだけでなく、特定の臓器や疾患について高度な知識と経験をもつ分野別病理専門医も少ないといえる。診断の難しい症例や治療方針に関わる専門的な症例については、分野別病理専門医へコンサルテーションする必要がある。しかし、まだ日本ではコンサルテーション制度が公式に確立されておらず、日本病理学会や国立がん研究センターなどの公的機関や個人間あるいは Armed Forces Institute of Pathology (AFIP) など海外の機関にコンサルテーションを依頼しているのが現状である。現在、日本の公的機関へのコンサルテーションは、日本病理学会で約600件²⁾、国立がん研究センターでは2007～2010年の4年間で平均200件³⁾であるが、実際にはこの数倍のコンサルテーションが行われているものと推察される。

これまでのコンサルテーションは、標本を作製し、それを破損しないように丁寧に梱包して郵便あるいは宅配便を使い依頼先へ送付するやり方で行われてきた。したがって、複数の病理医へ診断を依頼する場合は、人手と費用が必要であり、診断の回答がくるまでに少なくとも1週間以上の時間を要してきた。また、近年の日本や海外ではインターネットを利用したコンサルテーションも行われているが⁴⁾、依頼者が必要と考えた静止画を撮影して送る方法のため、依頼する側、診断する側にとっての不十分さ、物足りなさがあり、この静止画の方式を危ぶみ、人手と時間がかかるものの標本を直接送る方法が依然多くみられた。

これに対して、バーチャルスライドシステムを利用した画像 (virtual slide : VS) は、観察者が画像を自分の意思で自由に選択できるため、静止画像にみられるようなハードウェアに起因する見落としではなく、効率よく利用すれば光学顕微鏡とほぼ同じ精度で標本を観察することができ⁵⁻⁸⁾。その結果、専門家に標本を送ってコンサルテーションを依頼する労力が節約できる上、短時間で専門性の高い回答を得ることが可能となった。今回我々は、VSを利用したコンサルテーションシステムを開発し、その有用性についての検証を行ったので紹介する。

I. 方 法

1. 機器ならびにシステム仕様

バーチャルスライドシステムはアピリオ社製の ScanScope (CS) を利用し、機器の本体 (図1) ならびにサーバは岩手医科大学病理学講座先進機能病理学分野に設置した。まず、ScanScopeで組織標本をスキャニングし、デジタルデータ化した。作成された画像 (raw data) をアピリオ社製の Webgen ソフトウェアより Web ページ・データに変換し、これを Web サーバのファイルとして共有保存を可能にした (図2)。次に、このファイルへのリンクやコンサルテーションの中で作成される情報を格納するデータベース・サーバを構築した。さらにコンサルテーションのやり取りをスムーズに行うためのユーザインターフェースを備え、データベースと連携動作する専用 Web アプリケーション・ソフトウェアシステムを php 言語で開発した (図3)。

2. インターネット回線

組織標本をデジタルデータ化すると、1枚あたり300MB～1GBと非常に大容量となる。このデータを Webgen ソフトで jpeg 変換するが、静止画像一枚に比べればサイズが大きいいため、低速回線では伝送に要する時間が長くなり、依頼者の時間的負担となるほか、受信側でも画像表示の遅延など操作性を悪化させる要因となりうる。そこで今回のシステムでは、NTT 東日本株式会社のプロードバンド光ファイバー、B フレッツ (best-effort 100Mbps) によるネットワーク回線を利用した。

3. 閲覧ソフトについて

通常の VS 観察を行う場合、専用閲覧ソフト ImageScope を利用するが、今回は Web ブラウザ上で閲覧でき

*1 岩手医科大学病理学講座 先進機能病理学分野

*2 岩手医科大学総合情報センター

*3 NTT コミュニケーションズ

*4 アピリオ・テクノロジーズ株式会社

*5 フィンガルリンク株式会社

*6 弘前大学医学研究科病理診断学講座

*7 三重大学医学研究科腫瘍病理学

*8 川崎医科大学病理学 2



図1 バーチャルスライドシステム
アペリオ社 ScanScope (CS).

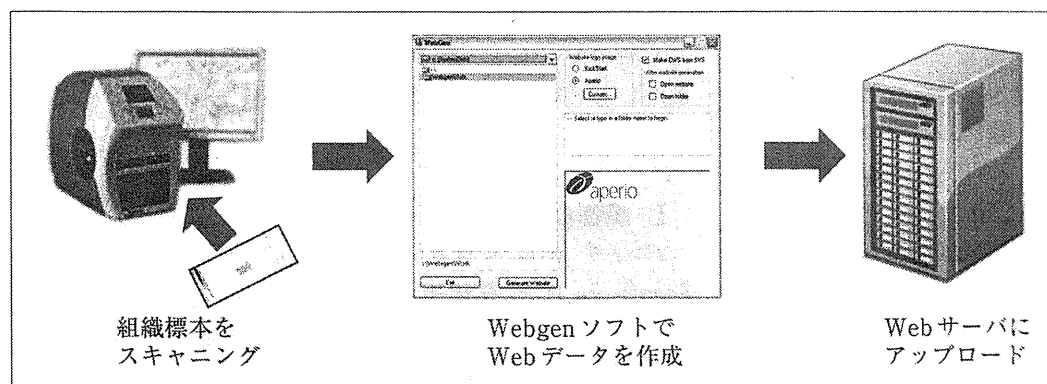


図2 VSデータ処理の流れ

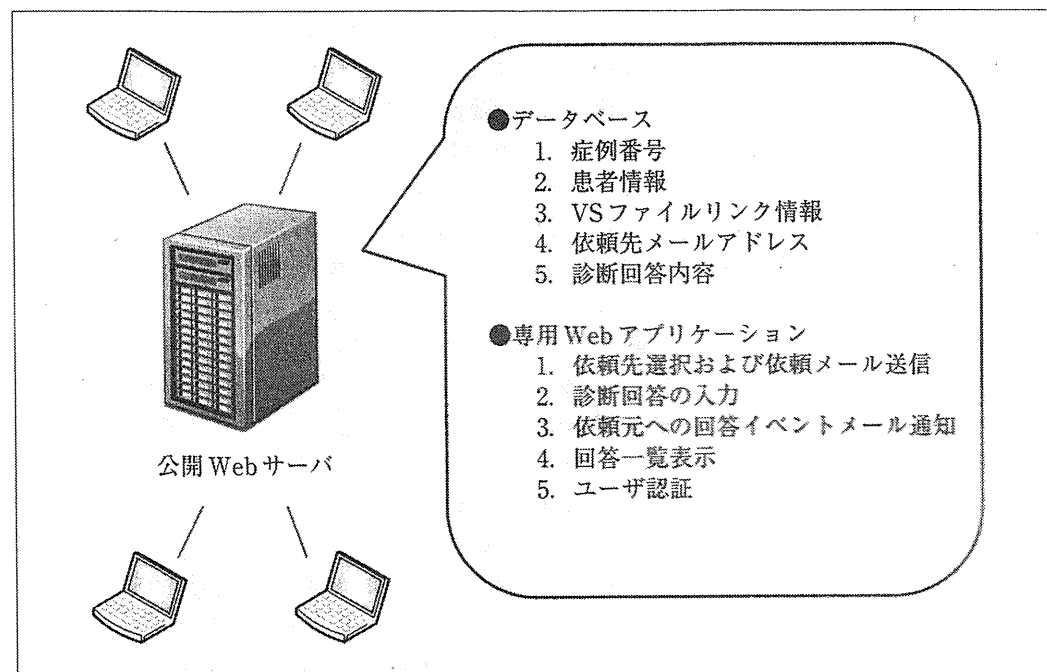


図3 システム仕様の概要

る WebScope を利用した (どちらもアペリオ社製)。その理由として、① ImageScope は Windows のみ対応しており、Macintosh では利用できない、② ImageScope で開く

VSデータ自体を直接 Web 上で扱えない、③ ImageScope と同様に、WebScope であっても拡大、縮小、画像移動が可能で診断機能として十分機能することが挙げられる。今

回のシステムを利用する以前は、VSデータと閲覧ソフトの用意を行っていたが、WebScopeであれば依頼先のPC環境を選ばず、また設定準備の必要がないため、この方法を採用した。

4. コンサルテーションシステムの流れ

依頼者は、組織標本をスキャニングしてサーバへ保存し、コンサルテーションシステムの画面上で患者情報を入力し、該当するVSを指定する。必要に応じてVSは5枚、静止画像は3枚まで提示できるので、皮膚や腫瘍などのマクロ像や手術所見などを判断材料として利用することが可能である。また、登録してある病理医のなかから一度に最大10名の病理医へ依頼送信が可能である。

診断依頼のメールを受信した病理医は、ID・パスワードでシステムへアクセスする。患者情報を確認し、VSを観察して診断結果や根拠など必要なデータを入力し、送信する(図4~6)。

依頼者はメールで診断結果を受信し、システムの管理画面より回答を確認する。複数の病理医へ依頼を行い、回答が自分の考えと異なる場合であっても、最終的に自分の責任で診断を下す。

II. 結果

具体的な症例を提示する。1例目は42歳女性の子宮頸部の組織で癌を疑う症例である。一部に高度の異型を認めたため、院内(岩手医大)を含めて北は北海道、南は沖縄までの全国6施設の病理医にコンサルテーションを依頼し

図5 依頼内容画面 システムへアクセスすると、患者情報が提示される。

件名: 依頼番号3:a(男性, 56歳)の件について

岩手医大病理学講座
[Redacted] 様

岩手医科大学病理学講座(先進機能病理学分野)
澄井です。
いつもお世話になっております。

依頼番号3:a(男性, 56歳)の件について、
コンサルテーションをお願いいたします。

コンサルテーションの詳細および回答に:
下記によりお願いいたします。システムへアクセスするためのメールアドレスとパスワード

記

<アクセス先>
URL: [http://\[Redacted\]](http://[Redacted])

メールアドレス: [Redacted].ac.jp
パスワード: [Redacted]

以上、御回答の程、宜しくお願いいたします。

【7:子宮頸部】

患者情報

【性別】
女性

【年齢】
41

【臨床診断】
悪性または炎症に伴う異型性

【備考】
5人に同時に送りましたが、先生の分が戻ってきませんでした。感想を聞かせてください。現在、開発中でよければ実用化したいと思っております。皮膚疾患はマクロ写真を添付できるといいと思っております。

診断名	コメント

根拠

診断側の診断名とコメント

- 以上の回答で送信する -

図4 診断依頼メール システムから診断メールを受信する。

た。早い例では10分、遅い例でも10時間、平均6時間で回答があり、“CIN2”と診断したのは2名、あとの4名の診断は“CIN1”であった。最終的な責任は依頼側にあるため検討した結果、“CIN2”にして“十分な追跡が必要である”と診断し、臨床側に回答した。もちろん、初めに6人の病理医に対しては、複数の病理医にコンサルテーションを行うことを付け添えている。

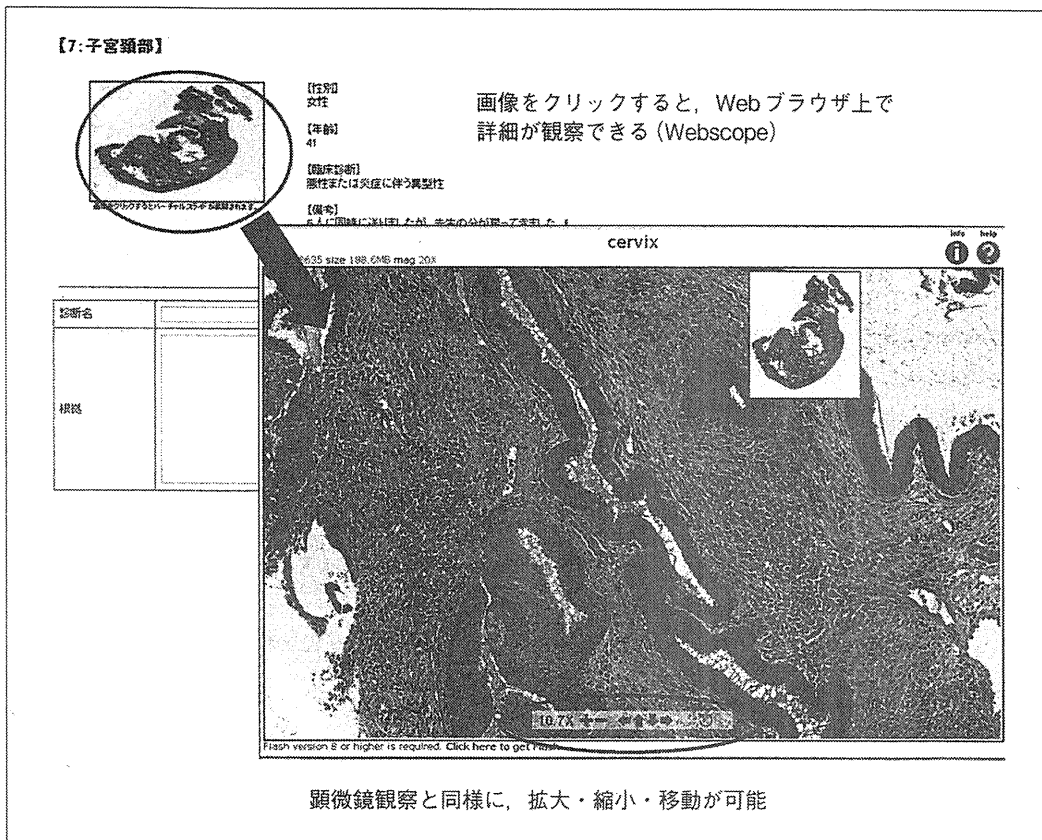


図6 VS画面 画面(サムネイル画像)をクリックすると、Webブラウザ上でVSが開く。

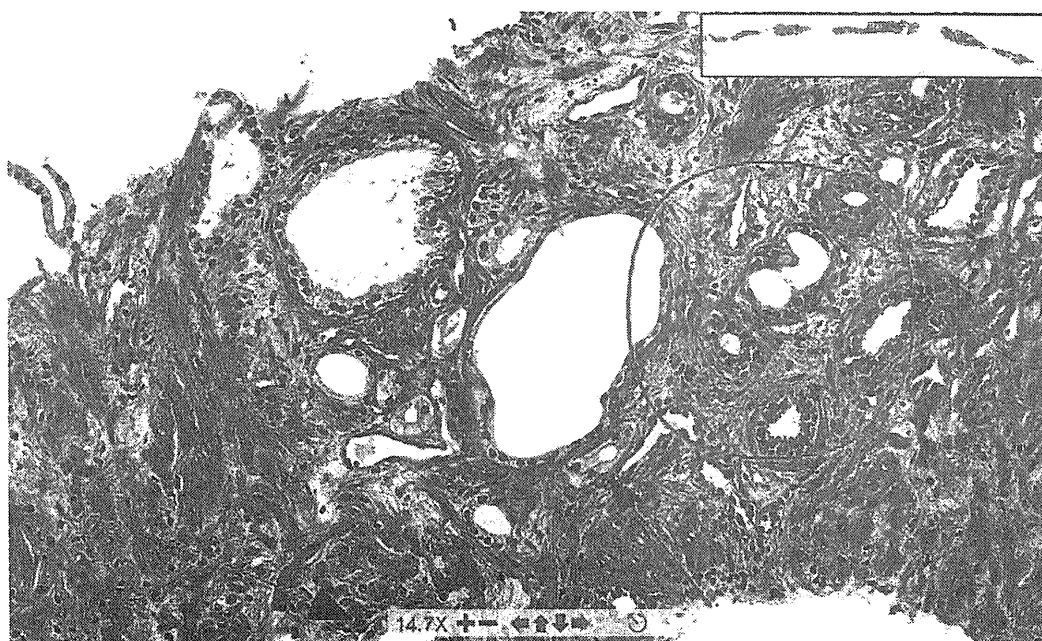


図7 アノテーションを提示丸、あるいは矢印で表示が可能。

2例目は前立腺組織の症例である。細胞および核に異型は認めなかったが、小型腺管の上皮に二層構造を欠いていたため、本邦の前立腺の専門病理医へコンサルテーションを依頼した。当初、20倍で取り込んだVSで診断を依頼したが、核の性状が不鮮明であるということで、40倍で取り込んだ画像を再度送信した。その後、問題となる腺管のアノテーションや34βE12の免疫染色を依頼されたので、それに従って画像を取り込み送信した(図7, 8)。その結

果、依頼した専門病理医から“軽度異型の上皮”という診断を受け、我々も自分たちの責任のもとに“異形成”と診断した。この前立腺組織のコンサルテーションにおいては、数回のやり取りの中でも早いものでは15分で回答があり、3日間程で全てが終了した。

このような方法でこれまでで子宮頸部、前立腺、肺など良悪性のコンサルテーションを23症例行っている(表1)。

図8 免疫染色を提示 問題の箇所を矢印で表示した。

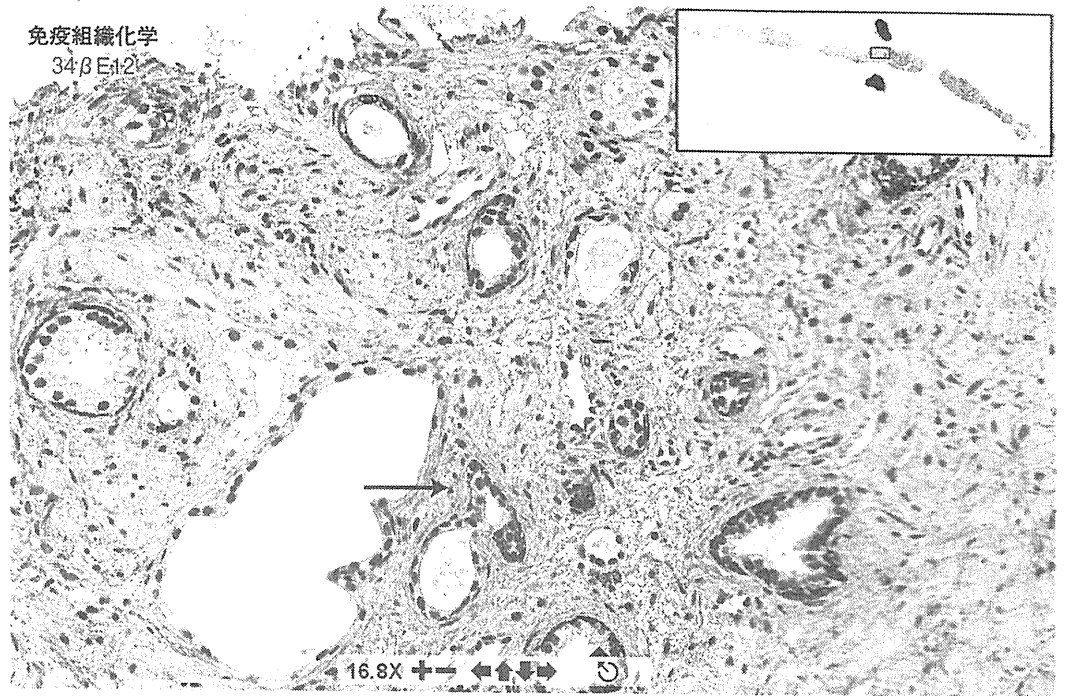
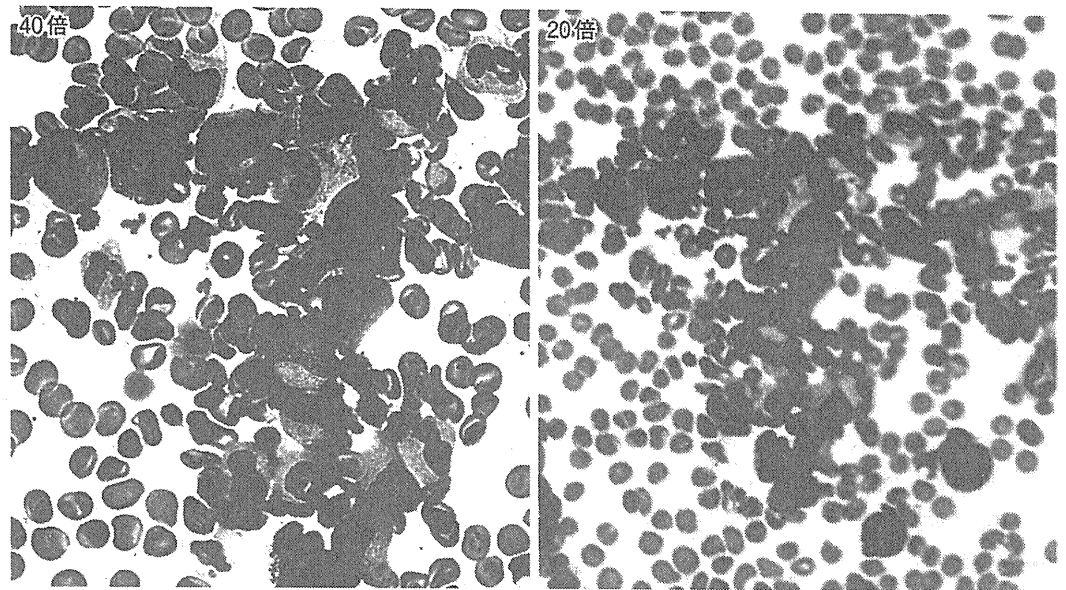


図9 血液像でみる20倍と40倍の比較



Ⅲ. 考 察

今回のコンサルテーションの特徴は、プレパラートを直接送付する従来の方式を電子化した点にある。これによって、コンサルテーションに要する診断の時間、作業、送付に関する費用を大幅に短縮させただけでなく、一度に多数の病理医に対してコンサルテーションを依頼することが可能となった。また、一度のやり取りだけにとどまらず、数回のやり取りを行った前立腺症例の事例をみても、従来の直接送付と比較して時間的、経済的な効率が非常に高いといえる。

複数にコンサルテーションを行う場合、回答意見の差異が目されるが、今まで行ってきたコンサルテーションの

表1 これまでの実施症例

臓器	症例数	依頼医師数
子宮頸部・体部	6	15
前立腺	3	3
肺	3	7
大腸	2	1
皮膚	2	2
乳腺	1	1
十二指腸	1	2
脊椎	1	2
リンパ節	1	1
胃	1	1
副甲状腺	1	1
肝臓	1	1
合計	23	37

2009年5月～2011年3月までの症例実績。

中で大きな意見の乖離はなかった。しかし、対物レンズ20倍よりも40倍でスキャンを行った方が核の性状が鮮明になるため、確信をもって診断回答される場合が多い。40倍のスキャンに関しては、データの処理時間、サイズともに大きくなるため、コンサルテーションを円滑に行う点を考慮して通常は20倍でスキャンしている。細胞像が問題になる場合であれば、40倍スキャンは詳しい診断回答、根拠を得る有効な手段といえる(図9)。

VSシステム機を導入する場合の初期費用に関して、スキャンのための装置とそれを操作しデータ管理を行うサーバが必要となる。これらは高額機器なため、VSの普及には低価格化が必要不可欠である。2008年、厚労省はがん対策のなかでバーチャルスライドシステムの導入の推進として機器購入の半額を援助する制度を設けており、VSの普及台数は約250台と増え、医科大学の約60%に導入された⁹⁾。これにより2008年以降VSの普及は拡大したが、コンサルテーションを目的としている機関は少なく、教育、カンファランス、学会発表といった使われ方が主流である¹⁰⁾。しかし、標本を複数人で観察できる利点は大きく、教育、研究、臨床の分野で活用できるようになれば、費用対効果がでるものと思われる。また、将来VSによる病理診断が、保険診療として認められれば、使用のニーズが高まり、VSによるコンサルテーションも増えてくるものと思われる。

一般的に、インターネットを利用したコンサルテーションは、静止画像を使用して現在も世界的に行われている^{11,12)}。しかし、静止画像と比較して拡大、縮小、画像移動が可能なVSのほうが、標本観察において有用であることはいうまでもない。さらに、このシステムは、稀有、あるいは教育的に貴重な症例を多くの病理医が供覧でき、教育的な面だけでなく診断精度の向上にもつながるといえる。利用が拡大すれば、国際的なデータベースとしての活用も期待できる。

現在、国際的にみても病理医が少ないため^{13,14)}、幾つかのコンサルテーションがインターネットを介して行われているが¹⁵⁾、今回のシステムでは依頼側にバーチャルスライド機器が必要であるものの、回答側では通常のPCがあれば利用可能である。回線に関しては、光ファイバーでネットワークが接続していれば十分に操作可能であり、通信衛星などが利用できると、全世界的にVS画像を共有したコンサルテーション、カンファランスが可能となる¹⁶⁾。

IV. 結 論

VSを利用したコンサルテーションシステムは、従来の方式と比較して発送の手間、経費が削減でき、回答時間も短縮できる。光ファイバーを利用したインターネットの環境下では、国内外問わず誰にでも送信・回答が可能であるため、病理医不足の現状を補う有効な手段といえる。この

システムを今後広く活用することで、医療に対して大きく貢献できるものと思われる。

文 献

- 1) 濃沼信夫：病理医をめぐる課題と医療制度改革の展望。病理と臨床 2005, 23 : 1025-1030
- 2) 病理学会報告 (Personal communication)
- 3) 長谷部孝裕 (Personal communication)
- 4) Halliday, B.E., Bhattacharyya, A.K., Graham, A.R. et al. : Diagnostic accuracy of an international static-imaging telepathology consultation service. Human Pathol 1997, 28 : 17-21
- 5) 澤井高志：バーチャルスライド特集にあたって。Med Technology 2008, 36 : 792-795
- 6) 鈴木健介, 石澤 伸, 江頭玲子 他：肺の病理診断バーチャルスライドと病理診断臨床・教育・研究への応用。日本胸部臨床 2008, 67 : S214-S221
- 7) Jara-Lazaro, A.R., Thamboo, T.P., Teh, M. et al. : Digital pathology : exploring its applications in diagnostic surgical pathology practice. Pathology 2010, 42 : 512-518
- 8) Tsuchihashi, Y., Takamatsu, T., Hashimoto, Y. et al. : Use of virtual slide system for quick frozen intra-operative telepathology diagnosis in Kyoto, Japan. Diagn Pathol 2008, 3 : S6
- 9) 澤井高志：バーチャルスライドへの応用。医学のあゆみ 2010, 234 : 288-291
- 10) 澤井高志, 東福寺幾夫, 古谷敬三 他：地域医療に貢献する医師養成のためのバーチャルスライドを利用した学習ツールの開発に関する研究。平成22年度総括・分担研究報告書, 2011, 69-72
- 11) Weinstein, R.S., Bhattacharyya, A., Yu, Y.P. et al. : Pathology consultation service via the Arizona-International Telemedicine Network. Arch Anat Cytol Pathol 1995, 43 : 219-226
- 12) Brauchli, K., Oberli, H., Hurwitz, N. et al. : Diagnostic telepathology : long-term experience of a single institution. Virchows Arch 2004, 444 : 403-409
- 13) 木田正敏：今後の日本における大学の病理学講座(分野)の在り方II。米国の現状。病理と臨床 2009, 27 : 1010-1014
- 14) Sawai, T., Uzuki, M., Kamataki, A. et al. : The state of telepathology in Japan. J. Pathol Inform 2010, 1 : 13-18
- 15) Weinstein, R.S., Graham, A.R., Richter, L.C. et al. : Overview of telepathology, virtual microscopy, and whole slide imaging. Human Pathol 2009, 40 : 1057-1069
- 16) 澤井高志, 長村義之, 吉見直己 他：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)一岩手-東京-沖縄の3地点を結んでのバーチャルスライドによる遠隔カンファランス。医学のあゆみ 2010, 235 : 204-212

バーチャルスライドの病理診断への有効利用

—コンサルテーションシステムと症例供覧—

黒瀬 顕^{*1}
澤井高志^{*2}

はじめに

我々は、早くより組織画像の電送やITを使った送受信を病理診断の精度管理や標準化に応用してきた¹⁻⁴⁾。例えばテレパソロジーでは単に病理医不在施設の術中迅速診断にとどまらず、コンサルテーションへの利用など日常の病理診断への有意義な活用などであり、バーチャルスライド virtual slide (VS) に関しても同様である。これらの根底には、病理診断が個人間や施設間で異なることがある現状^{5,6)}、さらに最新医療が病理診断に求める内容が目まぐるしく進歩し全科にわたり最新の病理診断を取り入れなければならないという現状にあって、何とか病理診断精度の向上および診断の標準化・均霑化のための効率的な勉強に我々自身も浴し、かつ貢献したいという強い思いがある。

ここではそうした取り組みのうち、VSを用いたコンサルテーションシステムと研修会等の症例供覧へのVS利用の実例を紹介する。後者では数年にわたりアンケート調査を行い病理医のVSに対する意見を集約した。

I. VSを用いたコンサルテーションシステム“岩手医大方式”

コンサルテーションというと難解例や稀少例を思い浮かべがちであるが、日常的な症例における反応性異型と腫瘍との鑑別、新しい疾患概念や分類、評価法等について、細胞や組織構築の見方にちょっとしたアドバイスをもらいたいという事例のほうがはるかに多く、がん医療の均霑化の第一歩ともいべき病理診断

*1 弘前大学大学院医学研究科病理診断学講座

*2 岩手医科大学病理学講座先進機能病理学分野

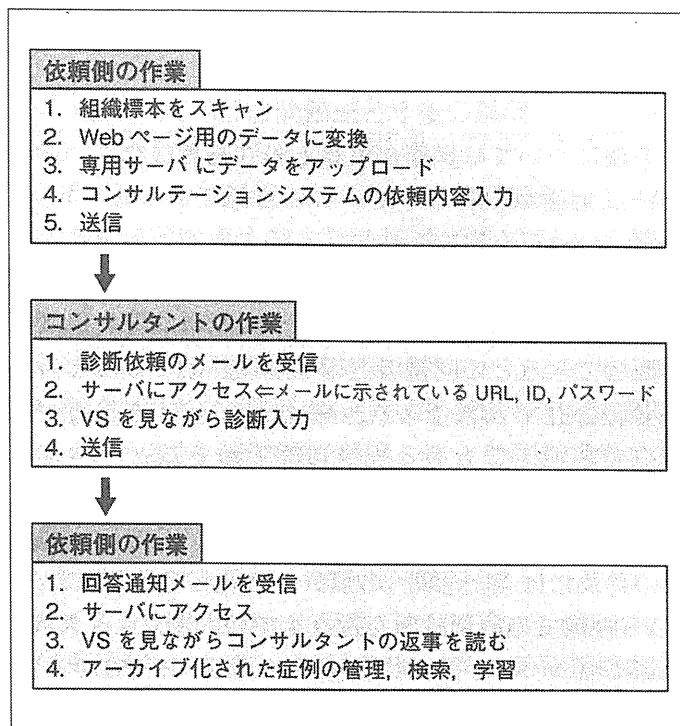


図1 VSを用いたコンサルテーションシステム“岩手医大方式”の作業の流れ

の標準化・均霑化という場合にはこのような日常的病変の評価基準を普遍化することの意義が大きい。よって我々が進めてきたコンサルテーションシステムは、誰でも簡単に操作できるという点を重要視してきた。

VSを用いて簡便にコンサルテーションを行いたい、とはおそらく多くの病理医が考えるであろう。しかしVSに限らず、実際に画像情報を送るとなると様々な困難に直面する。当システム“岩手医大方式”⁷⁾はそういった煩雑さを解消し、何も予備知識のない病理医でも容易にコンサルテーションの依頼と回答ができるシステムである。図1に作業の流れを示す。当システムを動かすウェブアプリケーションをインストールしたサーバにウェブページ用データに変換したVSをアップロードする。この操作は難しくはないが少々慣れ

【7:子宮頸部】



画像をクリックするとパナチャルスライドが展開されます。

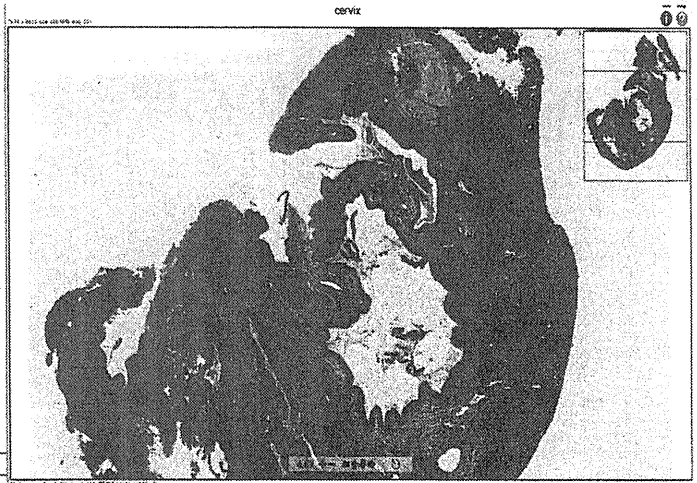
VS

【性別】
女性

【年齢】
41

【臨床診断】
悪性または炎症に伴う異型性

【備考】



診断名	
根拠	VSを見ながら回答入力

- 以上の回答で送信する -

送信ボタンで依頼者に回答完了のメール送信、
回答内容のサーバへのアップロード

図2 コンサルタントの入力画面

が必要である。

ここから先はウェブアプリケーションを用いたコンサルテーションシステム運用であり特に予備知識がなくとも以下のとおり簡単に操作できる。①予めコンサルタントの名前とメールアドレスを登録しておく。②臨床情報等必要項目を入力しコンサルタントを選択する。③VSを選択する。VSは同時に5枚まで閲覧可能で複数枚の免疫染色等に対応できる。④必要な静止画、例えばマクロ像や放射線画像等を選択する。⑤依頼送信ボタンをクリック。以上の操作により、入力情報がサーバにアップロードされるとともに、コンサルタントに依頼の電子メールが自動送信される。

コンサルタントは電子メール受信からの作業となるが、全ては依頼メールに記載されている指示に従った簡単な操作である。(1)メールに指定されているサイトにメールに指定されているパスワードでアクセスする。(2)VSを見ながら診断欄等に入力する(図2)。(3)

回答送信ボタンをクリック。以上の操作で入力情報がサーバにアップロードされ、依頼者にコンサルタントから返事があった旨電子メールが自動送信される。

コンサルタントから回答があったことをメールで通知された依頼者は、システムにアクセスしコンサルテーション症例リストの中から当該症例を選択し、VSを見ながらコンサルタントの返事を読む。

以上のとおりVSをサーバにアップロードした後の操作は極めて容易である。

このシステムには以下の付加機能がある。(a)同時に10人までのコンサルタントに同時配信可能で、複数のコンサルタント指定によりコンサルテーション以外にも病理診断のvariationの調査等に利用できる。(b)症例を蓄積してアーカイブ化し、様々なキーワードで検索できる。

既に我々はこのシステムを運用しており、実用的シ

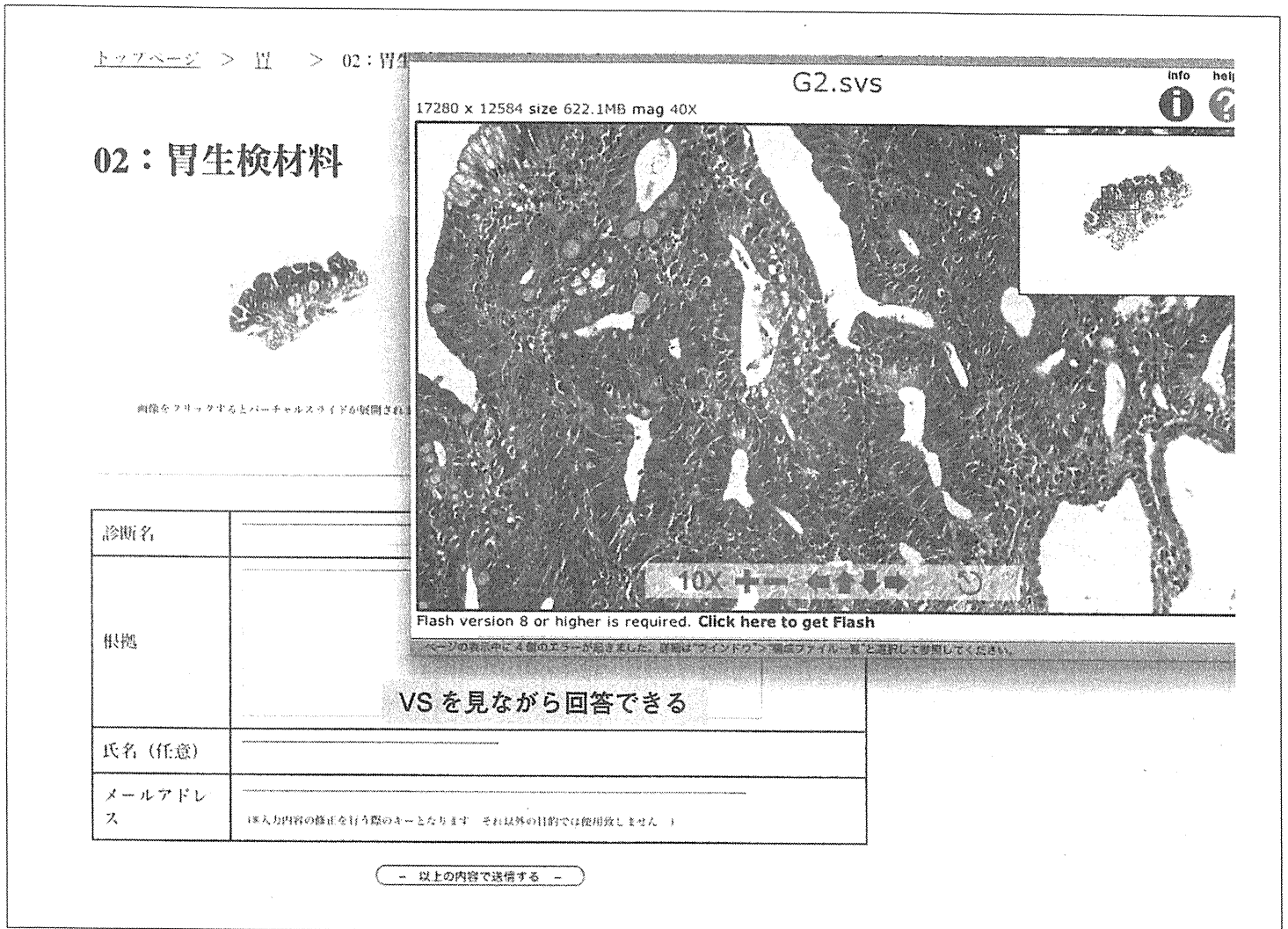


図3 供覧症例の VS および回答画面 研修会前に VS で病理組織像を観察し、診断名や診断根拠等を回答する (第二回がん病理診断均霑化研修会, 中村眞一先生の提示症例より, 平成 20 年度).

システムであると自信をもっている。その理由として従来の郵送によるコンサルテーションに比べて効率的で、依頼者、コンサルタントともに負担が少ない点が挙げられる。特にコンサルタントの手間が大幅に軽減されて好評である。世界中に発信可能で、コンサルタントの状況次第ではごく短時間で回答が得られる。症例を蓄積してアーカイブ化し検索できるので、後々の学習に役立つことも大きな魅力である。しかしながら生検等で良悪性の判定が微妙なものはコンサルタントからガラススライド送付を希望されることもあるし、同一標本上で広い範囲のスキャンが必要な病変には不向きな場合もある。

II. VS を用いた症例供覧

病理診断精度向上や標準化・均霑化に最も寄与するのは、やはり実際の症例をどのように組織解釈して診

断するかをテーマにした研修会への参加であろう。このような研修会では症例の事前供覧のために通常はガラススライドが配布されているが、それに代わってインターネット上で VS を公開することにした。そして VS を観察した病理医が診断名や診断根拠を回答できる双方向性のシステムをつくった (図 3)。これにより講師は研修会に先立ち、出題症例について参加予定者から寄せられた診断名や診断根拠の一覧表示をパスワードを用いて見る事が可能で (図 4)、それを踏まえて講演内容を考えることができるようにした。すなわち VS 供覧と回答を併せたシステムである。

そして日本対がん協会との共同開催により「がん病理診断均霑化研修会」を企画し、事前の症例供覧のためにこのシステムを用いた。この研修会は難解例や稀少例よりも日常的な病変でなおかつ診断の差異の出やすい症例や疾患を主体としがん病理診断の標準化・均霑化を図りひいてはがん医療に貢献することを目指し

回答一覧画面 (出題者がアクセスできる)

G02	Tubular adenocarcinoma, well differentiated type	一部に高度異型胃腺腫を越えた細胞異型・構造異型を認める。			2009-02-04 12:52:25
G02	Gastric Adenoma, Group III	表層部に乳頭状構造みられ腺管の配列が若干みだれるが、上皮の核は類円形～楕円形で重積性もあり、表層分化の傾向もみられる。			2009-02-05 11:18:33
G02	Group IV, tubular adenoma with severe atypia	01と比較すると異型が強くなっているが、まだ腺腫の範疇と考えます。また p53 も参考にしたいと思います。			2009-02-05 12:41:36
G02	adenocarcinoma, tubl, low-grade	腸上皮型腫瘍腺管の増生。二段構造はみられるが、個々の腺管は不整がある。核は軽度肥大し、基底側 1/2 に収まらずに軽度の偽重層を認める部分がある。			2009-02-12 06:15:48
G02	High-grade intraepithelial neoplasia (dysplasia) (group III)	異型上皮が腺管状、乳頭状のパターンをとりながら増生している。異型上皮の核には大小不同がみられ、全体にクロマチンが増加している。腺管構造は通常の胃腺腫に較べ不規則である。また、拡張した深部腺管にも核異型が認められる。しかし、腺管上皮の極性は完全には失われておらず、高度異型を伴う上皮内腫瘍と考えられる。			2009-02-12 10:17:55
G02	Adenoma, moderate atypia	腺管の不整形、核腫大、極性の乱れ、表層への分化なし。浸潤なし。			2009-02-12 10:59:57
G02	Group IV	クロマチンの増量と核の腫大が所々に目立つ。腺管の構造異型もみられ、良性とは思わず、tublを疑う。			2009-02-12 11:43:25
G02	中程度異型腺腫	細胞異型は中等度、構造異型は一部で増しているが、分化傾向を呈し、真の意味での異型は強くない。			2009-02-12 21:59:36
G02	Group VI, suspicious for low grade adenocarcinoma	tubl, low grade, intestinal type vs adenoma 二重性でパネート細胞散見されるも、表面が凸凹で乳頭状構造ありともいえる。より前者を考える。 ・・・と報告する。			2009-02-13 16:38:33
G02	高分化型管状腺癌	腺管の配列の乱れ、大小不同、表層に向かう腺の方向も乱れている。細胞の極性はまだ保たれているが、核の不整、大小不同がある。			2009-02-14 21:03:56
G03		核異型は中等度、腺管構造の不整も中等度			2009-01-04 17:10:00

図4 図3に示した症例の回答一覧 供覧症例を予習した病理医からの回答(診断名, 診断根拠)を一覧表示したもの。講師はこれによって参加予定病理医の observer variation を知り、講演に生かすことができる。当症例では adenoma から tubl まで様々な見解がみられる(第二回がん病理診断均霑化研修会, 中村真一先生の提示症例より, 平成20年度)。

ている。研修会終了後は出題者の解答をつけてVSを公開し続け参加者の復習を助けるようにした。昨年度までに4回開催し(今年度も企画中)、毎回参加病理医のアンケート調査を行ってVSに対する意見を調べた。以下にアンケート結果を示す。(括弧内の数字は平成22年度←21年度←20年度←19年度の順)

1. 病理診断の均霑化は必要か

- ① Yes (96←100←100←96%)
- ② No (0←0←0←2%)
- ③ わからない (4←0←0←2%)

2. 病理診断の非均霑性が生まれる原因は(複数可)

- ①病理医の経験不足 (65←71←83←89%)
- ②診断基準の不明瞭さ (65←62←78←70%)
- ③病理医の問題意識や熱意の不足 (29←38←62←61%)
- ④症例の偏り (52←52←57←56%)

3. 病理診断の均霑化には何が役立つか(複数可)

- ①多数の症例をみること (63←84←63←76%)
- ②学会への参加 (80←84←85←74%)
- ③コンサルテーション (33←53←50←56%)

4. 病理診断に関わってきつつあるITに関して

- ①全く抵抗なく操作できる (56←33←59←56%)
- ②少しは抵抗があるが大きな問題はない (33←62←33←34%)
- ③取り付きにくい (7←5←6←10%)

5. インターネット環境について(複数可)

- ①ネット、パソコンともバーチャルスライドにふさわしい (71←70←59←52%)
- ②ネット環境が遅い (13←26←29←33%)
- ③パソコンが不適 (10←4←6←15%)
- ④職場にネット環境が整っていない (3←0←6←7%)



図5 第二回がん病理診断均霑化研修会の様子(平成20年度)

6. バーチャルスライドを用いた症例供覧の利点は(複数可)

- ①インターネットがあればどこでもみることができる(71←76←80←80%)
- ②生検等多数の標本作製が不可能な小検体でも供覧できる(65←81←85←80%)
- ③標本配付や返送の手間が不要(39←71←46←48%)
- ④画像をそのまま保存したり印刷したりできる(39←52←46←44%)

7. バーチャルスライドを用いた症例供覧の短所は(複数可)

- ①反応が遅い(36←45←49←54%)
- ②ガラス標本と比べ質感が大きく異なる(42←60←51←44%)
- ③解像度が落ちる(26←40←35←39%)

8. 研修会での症例の事前供覧方法は何か

- ①インターネット上でのバーチャルスライド公開(88←90←75←69%)
- ②ガラススライド配付(8←10←19←31%)

9. バーチャルスライドの病理組織画像について

- ①ガラススライドと変わらない(36←17←29←31%)
- ②ガラススライドと比べ劣る(61←83←71←69%)

10. バーチャルスライドによる症例の勉強について

- ①症例の勉強に有用(89←100←98←98%)
- ②症例の勉強にならない(4←0←2←2%)

11. バーチャルスライドは病理診断の均霑化に役立つか

- ①Yes(81←85←85←80%)
- ②No(8←0←2←4%)
- ③わからない(12←15←13←16%)

12. 今後このような研修会に参加を希望するか

- ①希望する(100←100←100←100%)

13. バーチャルスライドによる組織診断について

- ①現時点で可能(15←18←24←17%)
- ②将来的には可能(63←65←50←59%)
- ③将来的にも不可能(19←18←18←11%)
- ④その他(4←0←8←13%)

病理医のITへの慣れは毎年90%が操作に大きな問題はないと答えておりこれは毎年変わらないが、インフラに関してはここ4年で明らかに整備、改善されてきていることがわかる。VSによる症例供覧の利点として郵送や宅配の手間が不要を選択した人は比較的少ないがこれは元来研修会等の配布標本は返還の必要がない場合が多く、この点コンサルテーションの場合とは事情が異なると考えられる。VSの短所としては反応の遅さや質感の違いが毎年上位に挙げられている傾向は変わらない。研修会等の事前供覧方法についてはガラススライドよりもVSが良いという意見がここ2年ともに90%に達している点は注目し得るであろう。ただしこれは事前供覧される組織にどのように取り組むかが大きく影響すると考えられ、ガラススライ