

confirmation of cancer, metastasis, and decision of cutoff margin to decide following operative steps immediately.

- Japanese telepathology style for intraoperative diagnosis is probably rare and characteristic in the world but brought the large economical as well as medical effects.
- Infrastructure of Japanese telepathology begun in early stage via analog cable and, through ISDN and ADSL, reached the optical fiber. Telepathology systems also have changed their styles from still images to motion (video) and/or virtual ones, which are wanted for rapid diagnosis in operation by surgeons. Virtual microscopy is required for consultation and education.

References

1. Eguchi K, Kobayashi K (2008) 4-1 Survey on the application of telepathology to pulmonary cancer. In Sawai T (ed) *Telepathology in Japan - development and practice*. Colec, Morioka, pp. 117-122
2. Furuya K, Maeda T, Nakasato K (2005) Virtual slide and its wide applications including pathology diagnosis (in Japanese). *Jpn J Cancer Clin* 51:727-731
3. Hufnagel P, Bayer C, Oberbanscheidt P, et al (2001) Comparison of different telepathology solutions for primary frozen section diagnostic. *Anal Cell Pathol* 21:161-167
4. Ito H, Adachi H, Taniyama K, et al (1994) Telepathology is available for transplantation-pathology in Japan using integrated, low-cost, and high quality system. *Mod Pathol* 7: 801-805
5. Ito H, Shomori K, Adachi H, Aribiro K, Sasaki N, Taniyama K (2005) Application of telepathology for clinical organ-transplantation (in Japanese). *Jpn J Cancer Clin* 51:669-674
6. Iyama K, Honda Y, Ikeda K, et al (2005) A useful consultation software for "P to P" telepathology (in Japanese). *Jpn J Cancer Clin* 51:691-698
7. Kawakata I, Senda R, Sakaguchi H (1983) Experiment study of Hitachi telepathology system (in Japanese). *J Med Technol* 27:1557-1559
8. Moriya T, Endoh M, Watanabe M, Sawai T (2005) Telepathology for breast lesions (in Japanese). *Jpn J Cancer Clin* 51:675-678
9. Ohshiro M, Tsuchihashi Y, Shiraiishi T (2005) Consultation using a center system - expression of telepathology use such as diagnosis and education (in Japanese). *Jpn J Cancer Clin* 51:705-710
10. Saito K, Takahashi T, Chiba G, Sawai T (2005) Development of medical information sharing web system for telepathology and tele-consultation (in Japanese). *Jpn J Cancer Clin* 51:711-719
11. Sawai T (1994) Experimental report of telepathology by HDTV via optical fiber (in Japanese). In: Kyogoku M, Nagura H (eds) *Research society of telepathology in Sendai*. New Media, Tokyo, pp. 39-102
12. Sawai T (2005) Telepathology in Japan (in Japanese). *Jpn J Cancer Clin* 51:649-656
13. Sawai T (2008) 1-1 The state of telepathology in Japan. In Sawai T (ed) *Telepathology in Japan - development and practice*. Colec, Morioka, pp. 3-9
14. Sawai T, Goto K, Watanabe M, Endoh W, Ogata K, Nagura H (1999) Constructing a local district telepathology network in Japan. Diagnosis of intraoperative frozen sections via

- telepathology over an integrated service digital network and the national television standard committee system. *Anal Quant Cytol Histol* 21:81–84
15. Sawai T, Noda Y, Kumagai K, Matsumura T (2005) Pilot study of telepathology in dynamic image by public optical fiber (in Japanese). *Jpn J Cancer Clin* 51:699–703
 16. Tanita E, Kobayashi K, Hasegawa T (2005) The medical and financial effectiveness of telepathology systems for an intraoperative quick diagnosis for surgery for lung cancer. *Jpn J Cancer Clin* 51:663–667
 17. Tofukuji I, Sawai T (2004) A development plan of the next generation telepathology system. *Telemed e-Health J* 10:5115
 18. Tofukuji I, Sawai T, Tsuchihashi Y (2006) Recent development of telepathology in Japan. *Proceeding of 8th European Congress on Telepathology and 2nd International Congress on Virtual Microscopy*
 19. Tsuchihashi Y, Sawai T (2005) Establishing guidelines for practical telepathology in Japan (in Japanese). *Jpn J Cancer Clin* 51:721–725
 20. Uzuki M (2008) 5-3 Research application for telepathology. In Sawai T (ed) *Telepathology in Japan – development and practice*. Celc, Morioka, pp. 117–122
 21. Uzuki M, Sawai T (2006) Experimental study of virtual telepathology system under mobile environment for ubiquitous telepathology (in Japanese). *Igaku No Ayumi (J Clin Res Med)* 218:247–250
 22. Uzuki M, Sawai T (2007) Internationalization of telepathology-Internet pathology conference between Japan and China (in Japanese). *Igaku No Ayumi (J Clin Res Med)* 220:848–852
 23. Watanabe M, Endoh M, Moriya T, Sawai T (2005) Experience of more than 1,000 telepathology cases in Tohoku University Hospital (in Japanese). *Jpn J Cancer Clin* 51:679–686
 24. Yamashiro K, Kawamura N, Matsubayashi S, et al (2004) Telecytology in Hokkaido Island, Japan: results of primary telecytodiagnosis of routine cases. *Cytopathology* 15:221–227
 25. Yamashiro K, Suzuki H, Taira K, et al (2005) Practical use of telecytology-contribution to community medicine (in Japanese). *Jpn J Cancer Clin* 51:687–690

にある。この方法で循環器、呼吸器の実習をすべて顕微鏡実習を行わずV・Sによる実習だけで行った。また、紙のテキストも用いず、すべて画面上で行った。学生は自分のIDとパスワードを打ち込んでサーバーにアクセスしてパソコンで組織像を観察した。

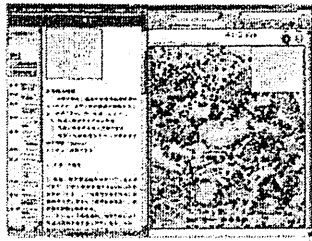


図1 図2を眺めながら図3の組織像を学習が可能

2の説明



学生の組織実習風景
(時には顕微鏡に代わってパソコンがおかれた)

病理

当初、多くの学生の同時アクセスによる不具合が懸念されたが、自分のLANケーブルを忘れてたり、パスワードを忘れた学生が数人いたものの、大きな混乱はなかった。循環器、呼吸器のすべての実習を終わった時点で今回の病理学実習についてのアンケートをおこなった。一方、教官レベルの意見については、全国の病理学教室に対して現代の病理学の講義環境を尋ねると同時にV・Sを使用した感想と意見のアンケート調査をおこなった。このなかには、現在、V・Sを利用していない病理学的施設も含まれている。なお、今回の回答率は58% (119/205) であった。

3. 結果

学生のV・Sに対する評価

学生の評価では、操作については、97.5%が全然問題ない、V・Sのほうが顕微鏡より観察しやすいという回答が90%で、このまま顕微鏡実習にとって代わってもいいという回答が80%であり、顕微鏡との併用が望ましいという答えは僅か7.4%とV・S利用の評価は非常に高かった。なお、本学の学生の自宅でのインフラ環境は81.6%が光ファイバー、10.5%ADSLを利用しており、入学時にパソコンの購入を義務づけて1年生から基礎的な情報教育を行っている。

教員のV・Sに対するアンケート調査

一方、全国の医学部の教員の意見では、現在、V・Sを導入している施設が一部もいれて35%であるが、75%は利用したいと答えている。利点については、標本の準備が軽減される、管理する場所をとらない、像が個人によって変わるということはない、標本の退色がおこらない、ひとつの画像を複数の観察者で討論できるなどの利点をあげている。そして73%がV・Sを実習に利用したいと思っている一方、顕微鏡を扱えない医師が出てくる、ものを手にとることが大切である、そして経費負担が大きいなどをあげ、顕微鏡との関係については、学生の回答とは異なり74%がV・Sとの併用が望ましいと回答している。

4. 考察

病理学実習についてV・SとWeb Classを利用して行い、顕微鏡実習は行わなかった。その結果、準備段階や環境も含めて以下のようなことが明らかになった。

I) 教育効果：学生はID、パスワードを打ち込むことによっていつでもどこからでも標本を観察することができる。画像を利用して同僚や教官とのDiscussionが可能である。しかも、標本の管理が容易で、標本の褪色もない。学生にとっては欠席しても学習可能であり、自宅からでも復習ができる。

II) 社会的、人的環境：技師の仕事も大きく軽減され、標本による像の違いがないため、1枚の典型的できれいな標本を準備すれば十分である。標本の種類の追加、医学部学生の定員増加でも問題は生じない。

III) 経済性：パソコンの購入は必要となるが、当学では学生が既に個人的にもっており、他の講義でも使用している。また顕微鏡の新たな購入や標本箱を保存するロッカーの準備も不要となる。

こういう状況をみると、V・Sの導入は病理学の実習にとって歓迎すべきことといえる。しかし、問題は大きく二つある。一つは、便利さは評価されても、その教育内容の効果が実証されていないこと。もう一つは学生と教官の間でV・Sを利用することについては評価されつつも顕微鏡との併用については大きく分かれ、学生はV・Sが主流になってもかまわないという意見が多いのに対し、教官は顕微鏡とV・Sの併用が望ましいと考えている。この点については、Virchowの病理学発祥以来これまでおこなわれてきた長い間顕微鏡実習の歴史的な転換期であり、時代の流れとしてはV・Sの利用に向かいつつある現在、その教育に与える影響については、早急に検討すべきであろうと思われる。

地域医療支援基盤としての病理画像のデジタル化 —その現状と課題—

東福寺 幾夫¹⁾ 土橋 康成²⁾ 松野 吉宏³⁾

¹⁾ 高崎健康福祉大学 ²⁾ 財団法人レイ・パストゥール医学研究センター ³⁾ 北海道大学病院

要旨

わが国では1990年代に、実用性のあるテレパソロジー（以下、TP）のシステムが登場し、2000年4月には遠隔術中迅速病理診断が保険診療行為として承認された。また、2006年のがん対策基本法成立に伴い、2006年度から、がん診療連携拠点病院に対するバーチャルスライドシステム（以下、VS）の導入補助事業が厚生労働省により進められてきた。こうしたことから、病理医は今までも増してデジタル画像技術を用いた病理診断と向き合うことが求められることとなった。そこで、2008年に臨床研修指定病院及び日本病理学会認定病院・登録病院を対象に、病理部門の負荷状況、IT化状況、TP機器およびVSの導入状況等を把握すべくアンケートを実施し、1183施設に発送し、614施設から回答を得た。その結果によると、病理部門の診断業務は増加傾向にあり、遠隔病理診断実施件数も2003年から2007年で2.25倍に増加した。TP機器の最も重要な目的は術中迅速診断である。一方、VSの導入施設数もTP機器に匹敵する水準に達しており、主としてカンファレンスに利用されている。将来病理診断がモニタ診断に移行することについては、賛否が拮抗し、慎重な病理医の姿勢がうかがえた。

キーワード：テレパソロジー、バーチャルスライド、病理情報システム、がん診療の均てん化

1. はじめに

遠隔術中迅速病理診断が保険診療行為として承認され8年が経過し、テレパソロジー（以下、TP）は今や我が国の病理医の不足と偏在を補うツールとして、地域医療に欠かせない存在となった。TPとともに始まったモニタ画面に表示された画像による診断は、近年バーチャルスライドシステム（以下、VS）としていよいよ本格化しようとしている。厚生労働省は、がん対策基本法に基づく、「がん診療の均てん化」推進の一環として、その導入補助事業を進めてきており、VSはカンファレンスや遠隔コンサルテーションにも用いられるようになってきた。

その結果、病理医には今までも増してデジタル画像技術を用いた病理診断と向き合うこととなり、各施設や日本病理学会は現場の実情を踏まえた適切な運用の方向性を見極めることが求められていると考える。その見極めのためには全国の病理診断施設等における実施・利用の現況を十分に把握し、統計を整備して判断の基礎資料とすべきであると考えた。そこで、TP専用システム（以下、TP機器）およびVSの利用実態と課題およびその背景となる病理診断業務の実情等を把握すべく本調査を計画した。

本調査は、厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）「遠隔病理診断の技術を用いたがんの病理診断支援のあり方に関する研究」（班長：松野吉宏北海道大学教授；以下、厚労科研費・松野班）活動の一環として、日本テレパソロジー・バーチャルマイクロスコープ研究会および日本病理学会との共同事業として実施した。

2. 方法

2.1 調査対象

本調査の対象は、以下の方法により抽出した全国の臨床研修指定病院・日本病理学会認定病院・同登録病院で、合計1181施設である。

- (1) 厚生労働省地方厚生局のホームページに掲載された臨床研修指定病院
- (2) 日本病理学会のホームページに掲載された日本病理学会認定病院および同登録病院

2.2 調査方法

本調査は、質問紙を対象施設病理診断部門の責任者宛てに郵送し、回答も郵便により回収した。

3. 結果

以下、回収データの集計結果を示す。

調査票の発送数は1181施設、回収数は614通、回収率は52.0%であった。

3.1 回答施設の背景状況

(1) 回答施設の病床数分布

回答施設は1施設の検診センター以外は全て病院で、病床数は平均値459.9床、標準偏差226.4であった。

(2) 医療情報システムの導入状況

各種医療情報システムの稼働中施設数は【表1】のとおりであった。

【表1】各種医療情報システム稼働施設数（n=614）

システム	稼働施設数・%	システム	稼働施設数・%
電子カルテ	274 44.6%	テレラジオロジー	130 21.2%
オーダーリングS	528 86.0%	臨床検査S	567 92.3%
医事会計S	569 92.7%	病理部門S	408 66.4%
レセ電算	475 77.4%	TP機器	83 13.5%
PACS	405 66.0%	バーチャルスライド	64 10.4%

(3) 常勤病理医の勤務状況

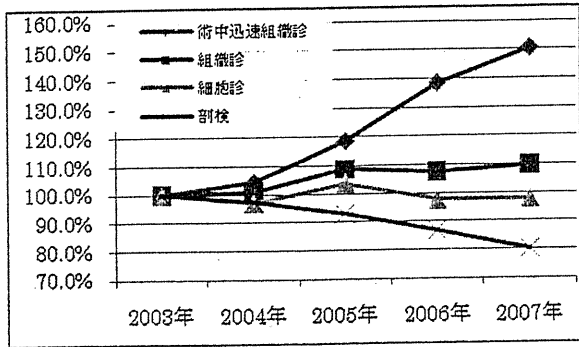
常勤病理医の勤務状況に関する回答は【表2】のとおりであった。

【表2】常勤病理医の勤務状況

	無回答	0人	1人	2-3人	4-5人	5人超
施設数	93	97	249	116	23	36
施設%	15.1%	15.8%	40.6%	18.9%	3.7%	5.9%

(4) 病理診断件数の推移

各施設から回答のあった病理診断部門の業務件数の総和の年次推移を、2003年を100%として、【図1】に示す。



【図1】 病理診断部門の業務件数の推移 (2003年=100%)

3.2 病理部門のシステム化とデジタル画像利用状況

(1) 病理部門システムの導入状況

表1に示した通り、病理部門システムの導入済み施設は408 (66.4%)、さらに平成20年度中に稼働予定で導入中施設が20 (3.3%)であった。

(2) TP 機器及びVS の利用状況

TP 機器及びVS の導入施設におけるそれらの稼働状況は【表3】に示すとおりであった。

【表3】 TP 機器およびVS の稼働状況

	業務レベル稼働	試験レベル稼働	稼働していない
TP	66.3%	8.7%	25.0%
VS	56.3%	23.8%	22.7%

(3) TP 機器及びVS の用途

TP 機器及びVS の現在・将来の用途について順位付け回答を集計した結果、各上位5つは以下のとおりであった。

【表4】 TP 機器およびVS の用途 (上位5つ)

順位	TP 機器	VS (現在)	VS (将来)
1位	術中迅速診断	カンファレンス	カンファレンス
2位	コンサルテーション	画像提供	教育・実習
3位	カンファレンス	教育・実習	コンサルテーション
4位	細胞診	典型/稀少症例	典型/稀少症例
5位	その他	コンサルテーション	画像提供

(4) 遠隔病理診断の実施件数推移

遠隔病理診断の実施件数は【表5】のように、増加の傾向にあり、年を追う毎に増加の度合いを増してきていた。

【表5】 遠隔病理診断の実施件数

	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
件数	1,909	2,153	2,544	3,158	4,308
増加率	—	12.8%	18.2%	24.1%	36.4%

(5) 遠隔病理診断の実施施設間時間距離

遠隔病理診断実施施設間の通常交通手段による移動所要時間の度数分布は以下のとおりであった。

【表6】 遠隔病理診断実施施設間時間距離の度数分布

時間距離	≤ 30分	30分~1時間	1時間~2時間	2時間~4時間	4時間超
実施数	8	30	41	28	8

3.3 デジタル病理画像システムの評価

(1) 遠隔病理診断の評価

遠隔病理診断の評価を尋ねた結果は以下のとおりであった。(◎は貢献している、○は多少貢献している、△はあまり貢献していない、×は貢献していないを示す。)

【表7】 遠隔病理診断の評価

	◎	○	△	×
医療の質的向上に貢献	48.6%	20.3%	13.5%	17.6%
病院の収益向上に貢献	13.5%	27.0%	23.0%	36.5%
患者のQOL向上に貢献	49.3%	24.7%	8.2%	17.8%
医療の地域格差是正に貢献	41.9%	32.4%	2.7%	23.0%

(2) VS の評価

VS の評価を尋ねた結果は【表8】のとおりであった。◎・○・△・×は遠隔病理診断評価と同様の意味を表す。

【表8】 VS の評価

	◎	○	△	×
病理診断に貢献	32.3%	32.3%	12.9%	22.6%
チーム医療に貢献	37.7%	34.4%	8.2%	19.7%
病院収益に貢献	6.1%	9.1%	30.3%	54.5%
患者満足度に貢献	10.9%	25.0%	21.9%	42.2%
がん医療の均てん化に貢献	12.5%	40.6%	21.9%	25.0%

(3) モニタ診断普及の予測

VS の普及に伴い、病理診断は将来モニタ診断に移行するか尋ねたところ、130施設から回答があった。このうち、モニタ診断に移行するとの回答は6施設のみで、62施設が技術進歩で移行しようと回答し、62施設は将来とも顕微鏡の肉眼観察と回答した。

4. 考察

全国の臨床研修病院及び病理学会認定病院・登録病院を対象に医療情報システムの導入状況、病理部門の人的体制と負荷状況、部門システム、TP 機器及びVS の導入状況等を調査し、62%の回数率を得た。病理部門の負荷は増大傾向にあり、とりわけ術中迅速診断件数は過去5年間に50%も増大した。このような状況下で、病理部門システムは66%を超える普及状況であり部門に不可欠の存在となりつつある。TP 機器は13%の施設に導入され、ルーチ的に遠隔病理診断に利用されている。VS も10%を超え普及期に入った。

TP の評価は、収入面を除くと肯定的であり、病理医の不足と偏在というニーズに対応したシステムとして社会に定着してきていることが窺えた。一方、VS は病理部門内では一定の評価を得ているが、収益面・患者満足度向上への評価は低かった。

今後、遠隔診断加算・デジタル診断加算等の経済的裏付けと、VS 診断精度の検証等の必要性が示唆された。

参考文献

- 1) 東福寺幾夫. 臨床研修指定病院を対象としたテレパソロジーの運用と評価に関する調査研究. 平成17年度厚生労働科学研究費補助金 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17年度総括・分担研究報告書 2006; 11-30.
- 2) 東福寺幾夫, 沢井高志. わが国の病院における病理部門システムの導入状況. 医療情報学 2006; 26(Suppl): 649-652.
- 3) 東福寺幾夫. 2つのテレパソロジー実態調査の結果と課題. 日本遠隔医療学会雑誌 2006; 2(2): 246-247.

特集(1)：情報技術(IT)を利用した新しい臨床検査の可能性

4. 遠隔病理診断(テレパソロジー)の展望

澤井高志*

【Key Words】遠隔病理診断(テレパソロジー), 手術中迅速診断, 光ファイバー, 動画像, バーチャルスライド

I. 遠隔病理診断の現状

【遠隔病理診断(以下, テレパソロジー)の成立機序】

テレパソロジーは治療を決定づける最終診断として大きな意義をもつものの, これに携わる診断病理医の数は少ない。我が国の診断病理医は2008年現在2063人であり, アメリカに比較して人口当たり約5分の1である¹⁾。これに対して, 病理医の仕事量は本来の生検, 細胞診, 迅速診断の増加のほか医療の高度化, 治療の選択, 訴訟件数の増加とともに量, 質ともに多様化している。

診断病理医の最近の仕事のなかで比重が重くなっているものは, 手術中の迅速診断と診断を通しての治療方針決定への参画である²⁾。手術中の迅速診断については時間との戦いであり, 悪性腫瘍に対する治療の選択, 切除部位の決定, 再発の可能性や生命予後に関する問題など今や手術方針の決定になくはならないものになりつつある。従来, 病理医の少ない状況下では, 手術方針の決定は外科医の勘と経験によって行われてきたが, 最近のように患者, 家族の悪性腫瘍の種類, Grade, 治療, 予後についての関心が高くなってくると科学的データに基づく判

断が必要となる。また, 治療への参画についても, 患者の疾患に対する意識が高くなっている現在, 医療側としてもいい加減な対応はできなくなり, 専門家にセカンドオピニオンを聞いたリ, コンサルテーションを行い, 最善の治療に向けての方針決定が必要となってくる。たとえば, 乳がんについては, 腫瘍の大きさ, 組織型などから手術の方針や化学療法を選択がかなり厳密に行われるようになってきた³⁾。このような状況下で病理医の果たす役割はますます大きくなり, 2008年, 診断病理は標榜科として認められ, 名実ともに臨床科の仲間入りを果たした。しかし, 病理医の長年の夢が果たされたからといって診断病理医を取り巻く環境が急によくなったわけではなく, 診断医の少ない状況は依然として続いているし, 我が国の診断病理医の平均年齢が50歳を超えているという報告もある。図1は東北地方における病床200以上の病院の分布と診断病理医のいる病院を並べたものである。この図からも分かるように, 病理医は大学医学部や県の中核となる医療機関には常駐しているものの, 地方都市では大きな病院といえども病理医のいる病院は少ない。

ここで診断病理医の仕事を分析してみると, 患者から臨床医が採取した組織から病理標本を

* Takashi SAWAI, MD

岩手医科大学病理学講座 先進機能病理学分野(〒020-8505 岩手県盛岡市内丸19-1)

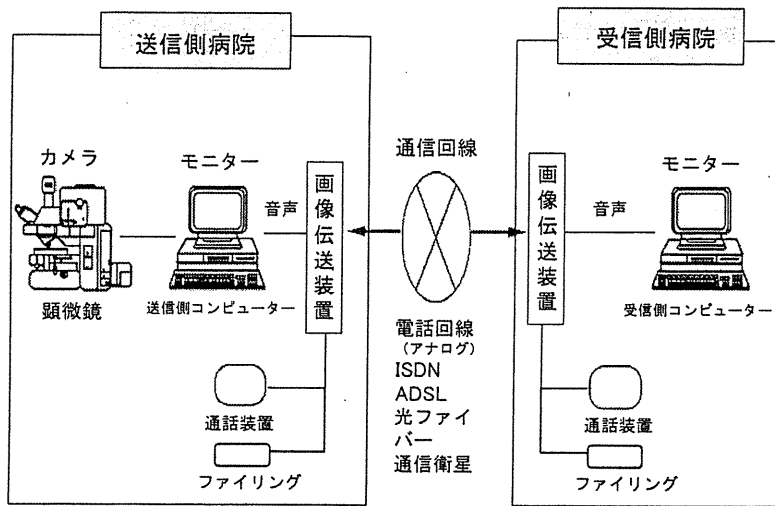


図3 テレパソロジーシステムの概略

テレパソロジーシステムは、インフラの整備、パソコン、顕微鏡、カメラ、音声機器など多くの情報機器の発達のおかげである。

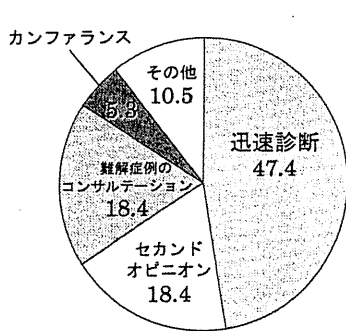


図4 テレパソロジー利用目的の内訳

テレパソロジーを利用する内訳をみると手術中の迅速診断が最も多く、これにコンサルテーション、セカンドオピニオンが続いている。

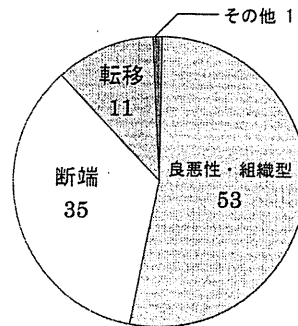


図5 迅速診断の目的の内訳

迅速診断の目的は良性・悪性の鑑別，切除断端の確認，転移の有無などである。

てみると、図5のごとく腫瘍の良悪，転移の有無，そして切除範囲の決定があげられる。これらの判断は、臨床医の判断に任せられていた時代に比較するとはるかに厳しく、責任も大きくなっている。テレパソロジーの年次的な推移をみると、図6⁵⁾のごとく少しずつではあるが利用件数の増加がみられ、臨床医の多くが手術の迅速診断を望んでいることが分かる。テレパソロジーはここ約10年の間に電話線を用いたア

ナログ方式から光ファイバーによるデジタル方式の動画やバーチャルスライドを利用したものに変化している。図7に示したように平成20年には、光ファイバーの契約者数がASDLの利用者数を上回るという結果になった。

さらにテレパソロジーが活発化したもう一つのきっかけは、厚労省による「がん診断の均てん化」というバーチャルスライドを利用したコンサルテーション方式の導入である(図8)⁶⁾。こ

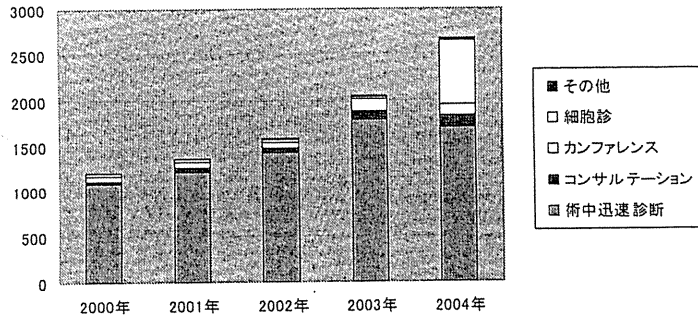


図6 テレパソロジーの年次的推移
 少しずつではあるが、テレパソロジーを利用する頻度の増加がみられる。

ブロードバンドサービスの契約数の推移

出典：総務省報道発表資料 (http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/Q90318_1.html)

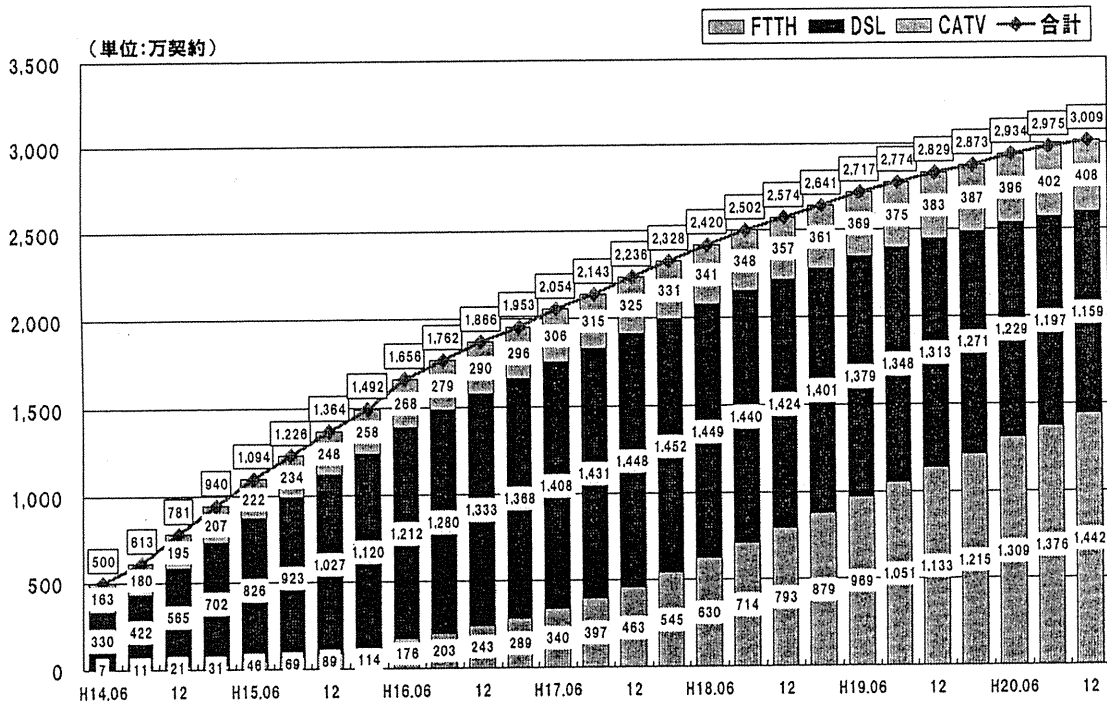
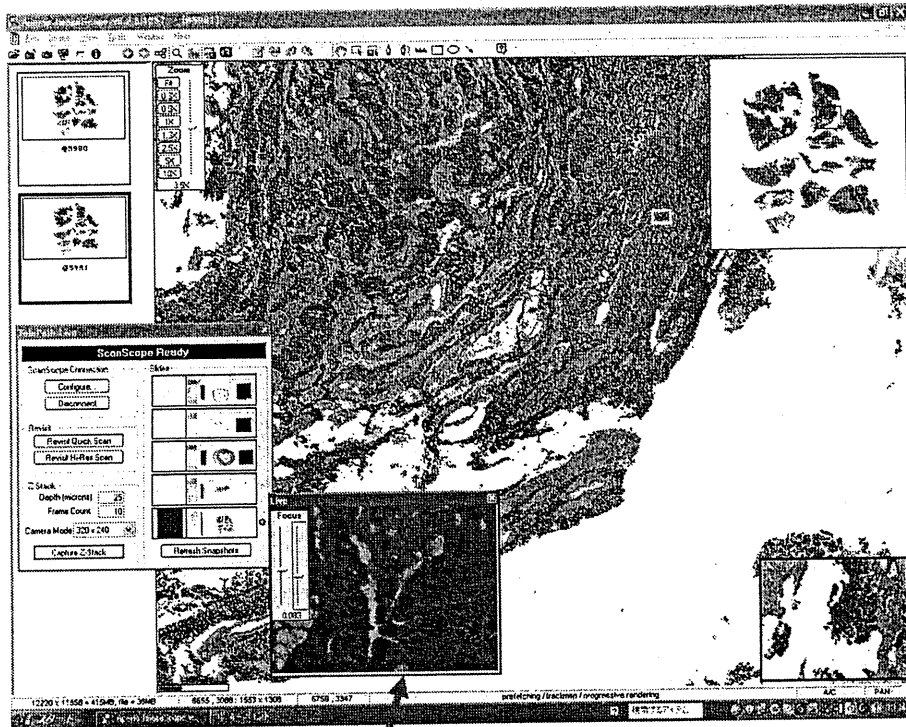


図7 我が国におけるインフラの整備状況
 平成 20 年 6 月に光ファイバーが ADSL を抜いてトップに立った。



フォーカス調整機能

図8 バーチャルスライドの写真

デジタル方式で画像を取り込むことによって、パソコンで組織の観察ができるようになり、顕微鏡に代わるものとして注目されつつある。

れは様々な要素を含んでいるが、病理の面からみるとがん治療が病理診断によって左右される場合が多いことから、病理診断を均てん化することで病院や地域での治療レベルでの較差を無くそうという目的で始められた。つまり、稀な症例や良悪の判定の難しい症例をバーチャルスライドに取り込んで専門家にコンサルテーションする方式である。この目的のため厚労省は「がんの均てん化事業」ということで、平成18年と19年の2年に亘って全国の拠点病院381のうち100以上の病院にバーチャルスライドシステムを導入した。この方式は、国立がんセンターや地方の中核病院を中心に一部でコンサルテーションに利用されているが、多くの機関では生検症例の整理⁷⁾⁸⁾や学生、技師の教育⁹⁾に使われている(図9)。日本病理学会東北・新潟支

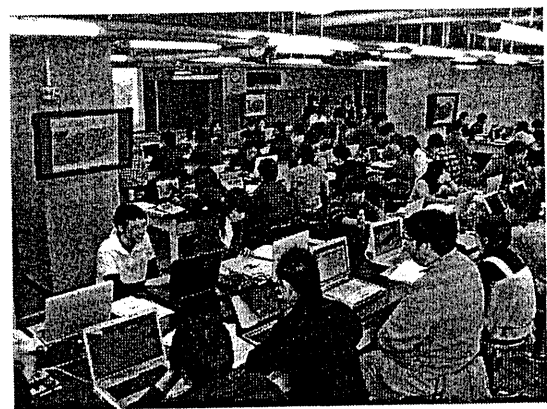


図9 学生の病理組織実習風景

机の上には顕微鏡に代わってパソコンがみられるようになった。

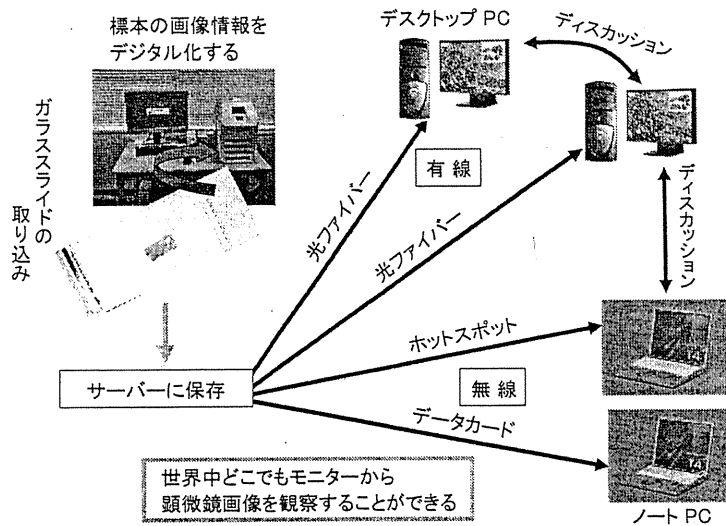


図10 Web Class を利用したバーチャルスライド画像の利用

会員は自分の ID, パスワードでサーバーにアクセスして事前に問題症例をみる事ができる。

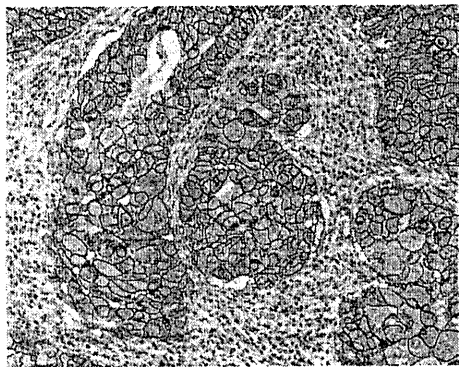


図11 乳がん組織に対する抗 HER2 抗体を用いた免疫組織染色

これをバーチャルスライドで読み取ることによってホルモン治療の選択とその効果を予測できる。ヒトの判定に比べ客観性がある。

部では、厚労省の「均てん化事業」のためにバーチャルスライドを利用した講習会を企画した。この会では、問題となる症例をバーチャルスライドであらかじめ読みこんでサーバーに保存し、支部会員が講習会の前にインターネットでアクセスして予習ができるようなシステムをつくりあげた¹⁰⁾(図10)。この方式は単に症例をみるだ

けでなく、2年目には症例についての診断やコメントの書き込みや、参加者がほかの診断者の意見をみる事ができ、場合によってはインターネットを介して講師と観察者の間でコメントのやり取りが可能なシステムである。

このバーチャルスライドは最近、米国では乳がんのホルモン療法の判定に利用されている(図11)¹¹⁾。つまりがん組織が治療の対象となるホルモンのレセプターをどの程度有しているかについて、がん細胞が表現する抗体を利用しての免疫染色の強さを人の目ではなく、バーチャルスライドという器械で判定して抗体療法の効果を予測しようという内容である。これには現在、乳がんにおける、ER, PgR, HER2などが対象とされており、米国では既に FDA で認められているが、日本では機器による判定は未だ認可されていない。このような診断への応用については、今後、研究分野の過程を経て実用化されていくものと思われる。

III. 遠隔病理診断の問題点

【ハード、ソフトの面での問題点】

最近のインフラの整備は急速に進んで今や光ファイバーの利用数は ADSL の利用者数を超え、

大容量の伝送で動画像やハイビジョン画像を利用することも可能になった。動画像については、遠隔地にいながらパソコン上で顕微鏡を利用した観察とほぼ同じ状態で画像を移動させたり、画面の選択やピントを合わせる操作が可能になった(図12, 13)¹²⁾。この方式は2007年の第27回日本医学会総会において仙台の病院と大阪会場の模擬診断、あるいは岩手医科大学と沖縄の琉球大学を結んだ臨床病理カンファランス(CPC)などで実証された(図14)¹³⁾。

また、今までの標準画像ではみることができなかった小さなものがハイビジョン画像で見ることが可能になった。例えば胃潰瘍やリンパ球増殖の原因の一つといわれる胃粘膜にいるヘリ

コバクタピロリ菌が遠隔地からでも診断できるようになった。勿論、これは顕微鏡レンズの性能、あるいはパソコン機能の向上によることも大きいですが、インフラの発達により情報量が飛躍的に増大し、これに画像の圧縮、解凍技術の発達が加わって可能になったものといえる。

次に画像の保存が問題になる。最近のように医療訴訟の増加やセカンドオピニオン、コンサルテーションなどに病理画像が利用され、見直す機会が増えてくると診断に利用した画像を保存する必要がでてくる。その場合、精度をあげるため、高精細の画像と同時にこれを可能にする圧縮と解凍技術の高度化が必要となる。

診断病理医の数が少なく急速に増加する可能

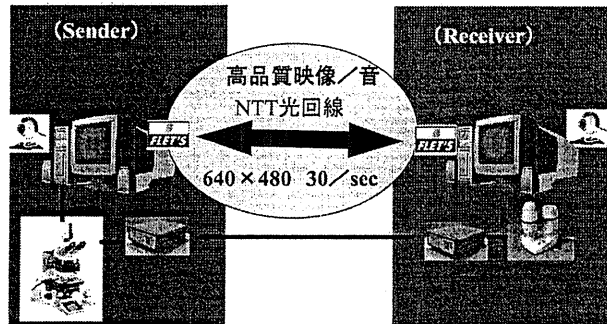


図12 光ファイバーを利用した動画像によるテレパソロジー
この方式を利用して診断者はリアルタイムで画像を操作できるようになり、診断に要する時間も大幅に短縮された。

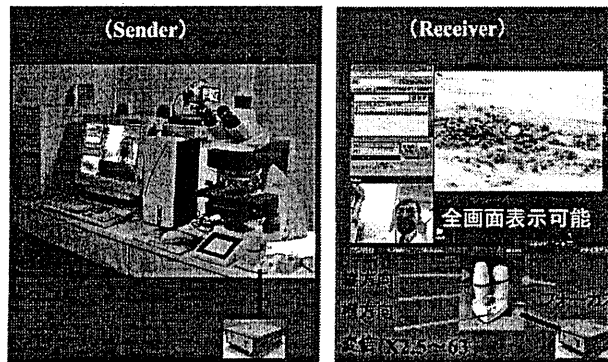


図13 動画システムの構成
この方式で診断者は送信側にある顕微鏡を縦、横、焦点とリアルタイムで調節することができるようになった。

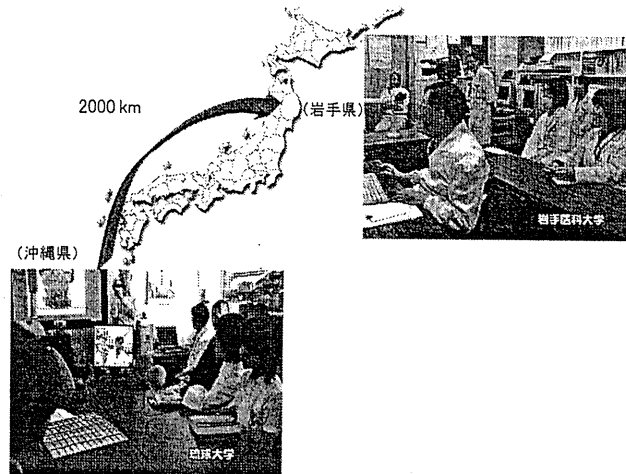


図14 動画を利用して岩手医科大学と琉球大学の間で行われたカンファレンス
平成 19 年に開催された第 27 回医学会総会のために約 2000km 離れた沖縄の琉球大学
と盛岡市にある岩手医科大学の間で病理のカンファレンスがリアルタイムで行われた。

性のない現状では、遠隔病理診断、特に手術中の迅速診断は必須ではないかと思われる。現在、ハード的にはかなり性能が進歩し、機器の操作も容易になったが、機器の価格と保険診療の問題が残されている。現在のように厳しい経済情勢のなかで、迅速診断の必要性は認めながらもテレパソロジーの導入に対しては経費の面から二の足を踏んでいる機関が多い。この点に関しては、病理医や病理学会だけではなく、臨床側からの強い要求で政府の IT 政策としてのテレパソロジーの導入と保険診療化を実現して欲しい。この問題に長年携わってきて思うのは、他の省庁、経済界、政界などが素晴らしい機能としてテレパソロジーの価値を認めても肝心の厚労省、そのなかでも保健担当部局が認めなければこれ以上進まないというのが現状である。勿論、保険診療の改定も官僚だけがやるのではなく審議を経たうえで決定するため、最終的には全体のバランスのなかで決定されていると思うが、普及のためにはぜひ必要な項目である。

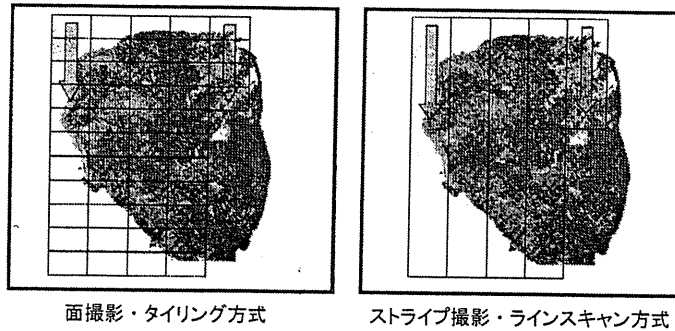
最後に大きな問題として残るのがセキュリティについてである。テレパソロジーは、病院の内部と外部の機関を結ぶ情報システムである。病院内の情報化だけの場合は担当者の顔がお互

いに見えているため倫理委員会で認可されれば問題はないが、テレパソロジーでは患者情報がいったん病院の外に出ることになり、診断する病理医もまた病院外の人間である。したがって、患者情報が外に漏れるのではないかとという危惧をもたれることが大きい。この心配を防ぐ方法としては、ソフトの面でもセキュリティーのしっかりしたものが必要となる。最近は認証システムなどセキュリティーに関してはかなり進んでおり、問題は人間の心の問題である。

IV. テレパソロジーの今後の展望

テレパソロジーの今後の問題は、ハードについてはかなり進んでおり、それ以上の発展性が望めるかという観点からみていきたい。

初のテレパソロジーの目標は診断病理医の少ない現状を IT 機器によって補完ができるかということであった。その点からみると、生検、細胞診、迅速診断などの診断業務や臨床病理検討会(CPC)、セカンドオピニオン、コンサルテーションなどに関しては、かなりの成果をあげてきたといえる。画質、時間、精度なども実際に標本をみた場合と比較して完全とはいえないまでも、病理医がいない状況に比べれば遥かに



面撮影・タイリング方式

ストライプ撮影・ラインスキャン方式

図15 バーチャル方式の原理

バーチャルスライドにはタイリング方式とラインスキャン方式の2つがあるが、最近ではほとんどラインスキャン方式で行われるようになりつつある。

便利である。光ファイバーを用いた動画によるテレパソロジーは標本を手にとって顕微鏡で診断する場合に比べてそれほど遜色がないといっても過言ではない。今後の課題としては、画像を患者情報に組み込んで臨床データ、血液、生化学などと同じように病理画像を利用可能にすることである。そういう意味では病理画像は完成すればするほど特別な分野ではなく、大きな患者情報の一つに過ぎないものになっていくであろうと思われる。

一方、テレパソロジーが初めて出現した時に予測されなかったものにバーチャルスライドがある¹⁴⁾¹⁵⁾。この方式はデジタル方式でグーグルアースと同じ原理を利用したものといわれるが、パソコン上で画像の選択、拡大が自由にでき、将来、顕微鏡が不要になることも考えられる。画像を読み込むのにタイリング方式とスキャン方式があったが(図15)、最近ではほとんどがスキャン方式に統一されつつある¹⁶⁾。このバーチャルスライドは当初、画像の読み込みに時間がかかるため迅速診断には不向きであり、手術の迅速診断の場合は動画方式、コンサルテーションはバーチャル方式でといわれてきたが、最近のバーチャルスライド機器の日進月歩の発達によって画像の取り込みも早くなり、迅速診断にも利用できるようになってきた。

今後のテレパソロジーの理想からみると実際に病理医がそこにいるのと同じように病理診断

の恩恵を享受できることであるが、それは手術中の迅速診断は勿論、専門医がすぐ近くにいるような状態でコンサルテーションができ、セカンドオピニオンを得ることが可能となることである。近くの病理医に対してだけでなく、日本、あるいは国際的な専門家といわれる病理医に相談することも可能となり、従来、期待されていたような単に病理医の不足を補うだけでなく、それ以上に高いレベルの情報が得られることが可能になる。

V. テレパソロジーと地域医療との関係 (モデルとしての岩手県)⁹⁾

現在、直ちに診断病理の不足が解消する状況にはないなかでテレパソロジーは診断病理医の不足を補う有効なツールの一つといえるが、最後に地域医療に対する貢献の例として岩手県におけるテレパソロジーを紹介したい。

岩手県は、本州では最も広い面積を有する反面、人口密度は本州では最下位であり、過疎地、無医村も多い。図16に岩手県の地図を示すが、東は太平洋に面した三陸沿岸地域で北から久慈、宮古、釜石、大船渡の市が位置している。これらの市と南北に伸びる北上山地を挟んで中央部には北から二戸、盛岡、花巻、北上、水沢、一関などが新幹線に沿って位置し、さらにその西側には奥羽山脈が南北に走っている。全体的には山地が多く、交通環境、医療環境は新幹線沿

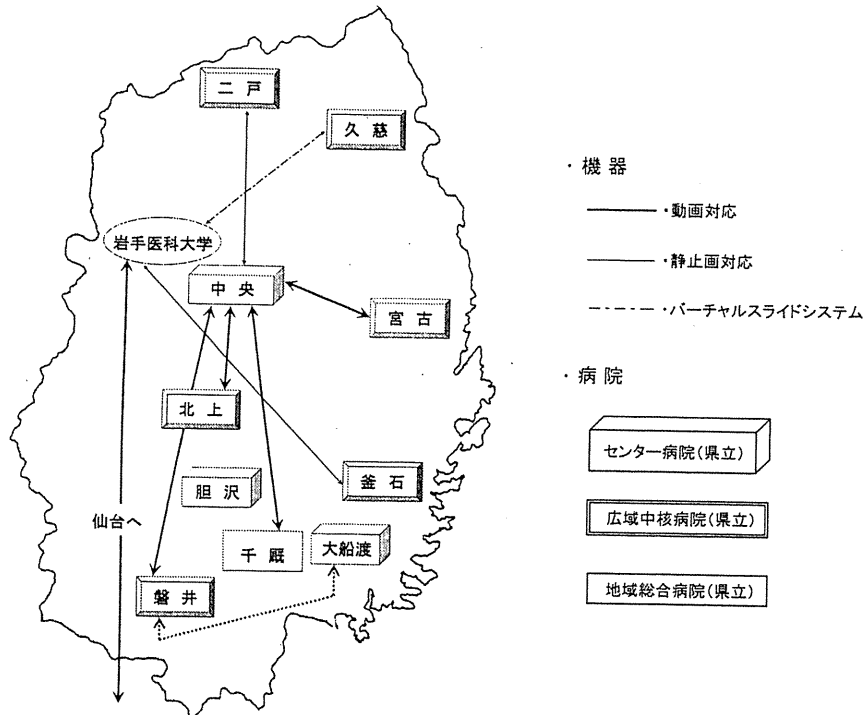


図16 テレパソロジーのモデルになる岩手県の現状

岩手県は県の面積も広く、地形などから僻地や無医村も多いが、テレパソロジーを利用して医療の改善が試みられている。

いの市を除いて必ずしも恵まれているとはいえない。特に冬場は寒さと雪のため患者の搬送にも障害をきたしている。県民の医療環境の改善を図る目的で県立病院はあるが、その病床数は45～730床、医師数も2～143名と様々である。他の県と同様、岩手県の場合も医師不足は深刻で大きな社会問題になっているが、皮肉なことではあるが遠隔医療が発展するのにふさわしい環境にあるといえる。病理医の現状からいうと現在、岩手県には県立病院が28あるが、前述のごとくその規模は様々であり、これにいくつかの公的病院をいれて、現在の岩手県の臨床研修病院は13で、そのうち常勤病理医のいる病院は5つである。現在、岩手県に専門の診断病理医(病理認定医)は22人いるが、その6割の12人は盛岡にある岩手医科大学に勤務している。病理医のいない病院も決して僻地といわれるところにあるのではなく、一関、花巻、北上、

宮古、釜石など比較的名の知られた地方の中核都市にある病院である。

現在、病理医が不足しているなかで最も不便なのは手術中の迅速診断と剖検および研修医のCPCである。テレパソロジーは、現在はそのほとんどを岩手県立中央病院にある病理診断センターと各地方の病院を岩手県の所有する情報ネットワークという光ファイバーで結んで行っている。その実績はこれまでの10年間で約1500件にもおよび、おそらく我が国では最も多い件数が行われているのではないと思われる。内容的には消化器、乳腺、胆道などの断端および腫瘍の良悪性やリンパ節転移の検索が多い。そして、2008年9月には県立病院の院長と岩手医大、岩手県立中央病院の関係者の間で今後の岩手県における病理の運営についての話し合いが行われ、現状を打破するために動画のテレパソロジー機器を導入し、図8のような内容で、

県の病理診断センターと岩手医大が協力して病理医の少ない現状を補っていくことを話したが、これはテレパソロジーによる地域医療支援というモデルの一つになるといえる。

おわりに

遠隔病理診断(テレパソロジー)はハード面ではかなり進歩しており、医療情報分野の重要な機能の一つとして位置づけられるようになった。診断病理医の平均年齢が高齢化して、病理医の数の増加が急激に進まない診断病理の現状では、テレパソロジーを有効に活用できる社会的環境の整備が必要である。

なお、本原稿は厚生労働省科学研究費補助金 がん臨床研究事業「バーチャルスライドシステムを用いたがんの病理診断支援のあり方に関する研究」の研究助成によるものである。

文 献

- 1) 澤井高志：我が国におけるテレパソロジーの現状。管理人材育成のための遠隔病理診断テキスト。澤井高志：編。遠隔医療活用型管理人材育成のためのモデルプログラム開発委員会。2005. p11~16
- 2) 澤井高志：臨床におけるテレパソロジーの応用。管理人材育成のための遠隔病理診断テキスト。澤井高志：編。遠隔医療活用型管理人材育成のためのモデルプログラム開発委員会。2005. p109~110
- 3) 森谷卓也, 遠藤希之, 渡辺みか, 澤井高志：乳腺疾患に対するテレパソロジーの実績と今後の展開。癌の臨床 51(9): 675(27)~678(30), 2005
- 4) 澤井高志：テレパソロジーの企画にあたって。ここまできたテレパソロジー。癌の臨床 27: 1(649)~8(656), 2005
- 5) 澤井高志, 富地信和, 東福寺 幾夫：遠隔病理診断 病理学と社会。病理と臨床(深山正久, 他 編) 27: 64~72, 2009
- 6) 松野吉宏：バーチャルスライドの応用-厚生省が目指すもの。進化するバーチャルスライド-現状と展望。Medical Technology 36(8): 801~803, 2008
- 7) 橋口明典, 武市光司, 坂元亨宇：バーチャルスライドの学生教育への応用。進化するバーチャルスライド-現状と展望。Medical Technology 36(8): 813~817, 2008
- 8) 古谷敬三, 前田智治, 中里 適：バーチャルスライドの病理診断への応用。癌の臨床 51(9): 721~737, 2005
- 9) 斎藤勝彦, 林 宏：5. 病院業務へのバーチャルスライドの導入。Medical Technology 36(8): 808~812, 2008
- 10) 黒瀬 顕：病理診断の均てん化を目指したバーチャルスライドの活用-observer variationの解消のために。進化するバーチャルスライド-現状と展望。Medical Technology 36(8): 804~807, 2008
- 11) Lillard-Wetherell K: Automated selection and analysis of tumor regions in breast sections stained with nuclear IHC biomarkers. Aperio application note. October 1-2. 2008
- 12) 澤井高志, 野田 裕, 熊谷一広, 松村伊知郎：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 51(9): 699(51)~703(55), 2005
- 13) 澤井高志：沖縄と岩手を光ファイバーで結んだテレパソロジーによるカンファランス-第27回日本医学会総会に病理医として参加して-。病理と臨床 25(10): 1062~1063, 2007
- 14) Rojo MG, Garcia GB, Mateos CP, et al: Critical comparison of 31 commercially available digital slide system in pathology. Int J Surg Pathol 14(4): 285~305, 2006
- 15) 澤井高志：バーチャルスライド特集にあたって。進化するバーチャルスライド-現状と展望。Medical Technology 36(8): 804~807, 2008
- 16) 東福寺 幾夫：バーチャルスライドの原理と特徴。進化するバーチャルスライド-現状と展望。Medical Technology 36(8): 796~800, 2008

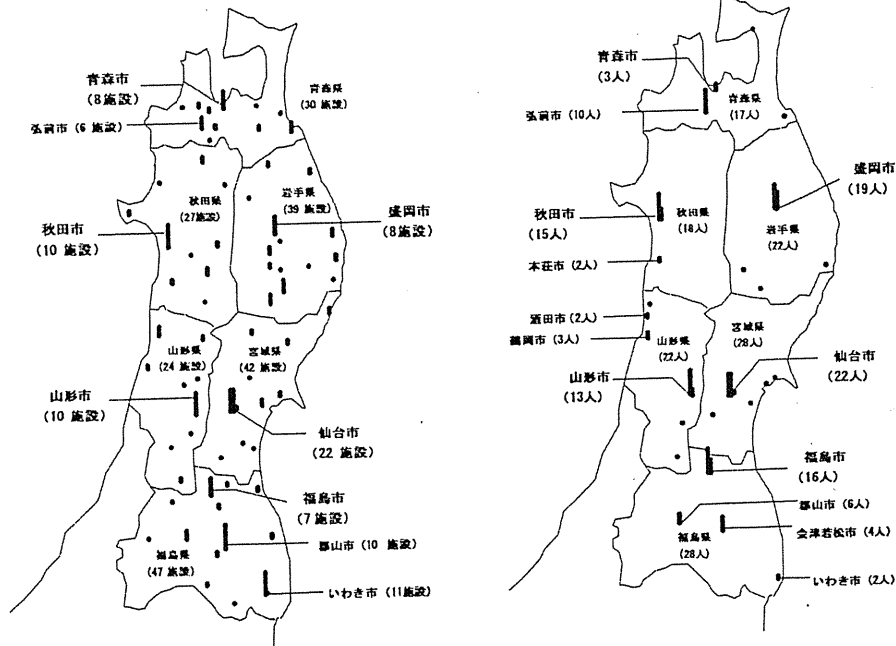


図1 東北地方における200床以上の病院(左図)と、診断病理医のいる病院(右図)の分布
この図からみると、かなり大きな地方の都市でも診断病理医が常駐している病院は少ない。



図2 テレパソロジーでの送り手側と診断側
最近では光ファイバーを利用する機会が多くなった。

作製して顕微鏡下に診断して、その結果を臨床医に伝えることである。この過程のなかには、現在、IT機器で補える要素が多く含まれており、それを図2に示した。光ファイバーの普及、パソコンや顕微鏡、カメラ、音声機器の性能向上などがあげられる。特に光ファイバーを中心と

するインフラの整備はここ数年でそれまでの電話線からISDN, ADSLそして光ファイバーへと変化し、それとともに情報もアナログ方式からデジタル方式へと変わった。また、パソコンの計算速度、変換の機能も向上し、圧縮、解凍機能も高度になり、光ファイバーを利用することにより大量の情報を送ることができるようになった。その結果、動画やパースライドを利用したテレパソロジーが可能となり、病理医が常駐していなくてもIT機器を利用して病理機能のある部分は補うことができるようになった(図3)。

II. テレパソロジー診断の目的

現在、テレパソロジーは医学、医療における3つの要素、診断(診療)、教育、研究のなかで、主に診断面での利用が大きい。その内訳は、図4のごとく手術の迅速診断が最も多く、これにセカンドオピニオン、コンサルテーションが続いている⁴⁾。さらに迅速診断を目的別に眺め

9. 遠隔病理診断

澤井高志*¹ 富地信和*² 東福寺幾夫*³

はじめに—病理診断の現状

遠隔病理診断(テレパソロジー)は情報機器(IT)を用いて顕微鏡画像を送付して行われる病理診断であり、主に手術中の迅速診断やコンサルテーションに利用されている(図1)。ここでは医療におけるテレパソロジーの現状を述べるが、はじめに我が国における病理診断の現状について述べてみたい。

我が国の病理学会が認定する診断病理医の数は平成20年現在2,053名であり、医師の全体の数の約0.7%と数だけでなく、その増加率も低い。ちなみに専門医の数では少ない方から病理医、小児科医、産婦人科医、麻酔科医の順になっている。病理医の数を海外、特に米国と比較してみると約1/5である¹⁾。病理医の仕事は解剖、生検、細胞診、迅速診断のほか最近では研修医や病院の臨床医相手の臨床病理カンファレンス(CPC)等かなり多忙をきわめている。全国における病理医が一体どのくらいの仕事をしているかという仕事量については以前、病理学会から発表されたデータによれば少し古くなるが解剖3万2,000体、生検550万件、細胞診1,100万件、迅速診断10万件であり、現在でも解剖を除いてはさらに増加の傾向にある。しかし、図2のように東北地方をみた場合、ベッド数200床以上の病院が多数あるにも関わらず認定病理医の数は150名以下で病理医が常駐している病院は大学病院や県庁所在地にある大きな病院に限られており、地方都市では中核病院といえども病理医のいない施設が多い¹⁾。

このような状況下において、生検、細胞診は時間が多少かかるものの大学や地域の公的検査センターあるいは民間の検査会社に依頼し、数日から1週間かけて診断を受け取っている。しかし、現在、ほとんどの病院では緊急性を有する手術中の迅速診断を行うことは

不可能であり、手術の治療方針や切除範囲の決定は外科医の経験と勘によって行われていることが多い。ベテランの外科医であれば判断はかなり正確であるものの、それでも経験したことのない症例や境界のわかりにくい腫瘍では判断に迷うことがある。癌の場合は最初の手術で取り残しがあれば必ず再発し、死に至ることも少なくない。15年以上の経験を積んだ外科医に対して行ったアンケートでは、過去に自分が経験した手術症例の3~10%、平均5%で術中の迅速を行いたかったと答えており²⁾、いかに不安な中で手術を行っているかがわかるが、このような実態は患者や一般社会ではあまり知られていない。

I. 遠隔病理診断(テレパソロジー)の出現と現状

このように病理診断医の少ない状況に対してこれを補うべくテレパソロジー機器の開発が行われ普及してきたが、その理由としていくつかの要因があげられる。医療的面では治療が高度化され、医療方法の選択において病理診断を含めて科学的な証明と論理づけが要求されるようになった。しかし、それにも関わらず病理医の絶対数は少なく、しかもその分布には偏りがあり、病理診断の機能が十分に果たせない状況にあること。これに対してインフラ、情報機器、画像機器の進歩が目覚ましく画像伝送に応用可能なこと。それに画像情報、遠隔医療に対して国が積極的に規制緩和を行ってきたこと等である。

テレパソロジーのシステムが円滑に機能するには、これを構成するハードとソフトの面の充実が必要となる。ハード面では、伝送手段、インターネット、サーバー、パソコン、リモート操作、音声のほか最近ではDVD、圧縮、凍結技術等さまざまな分野での進歩が著しい。一方、人間関係も含めたソフト、システムの開発、制度の問題は、最近、遠隔医療に関心がもたれるようになってから急速な進歩を遂げつつある。当初はパソコン画像で病理診断を行うということに対して抵抗を感じた病理医もいたが、最近ではパソコンが普

*¹岩手医科大学病理学講座先進機能病理学分野*²岩手県立中央病院病理診断センター*³高崎健康福祉大学健康福祉学部医療福祉情報学科

図1 テレパソロジーのシステム構成図 通信回線をはじめとして、パソコン、カメラ、通信装置等のハード面の開発はテレパソロジーを発展させる大きな原動力となった。

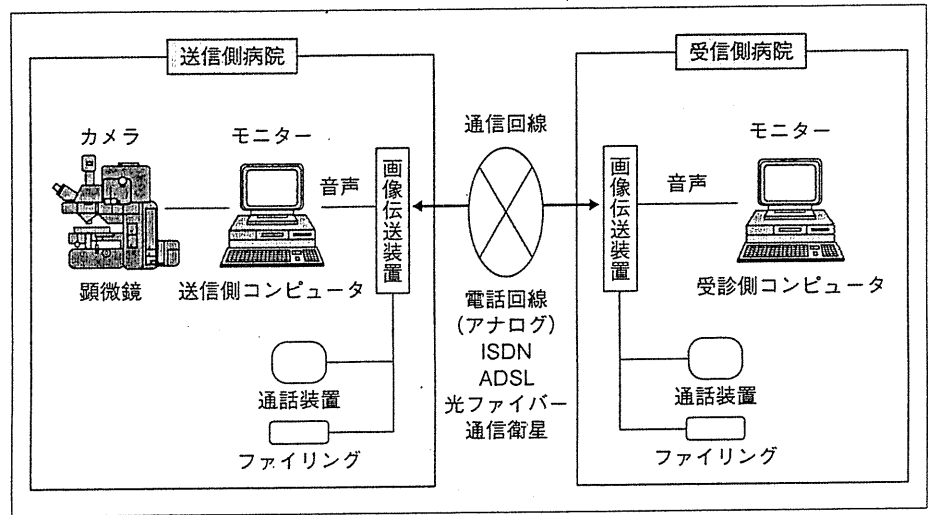
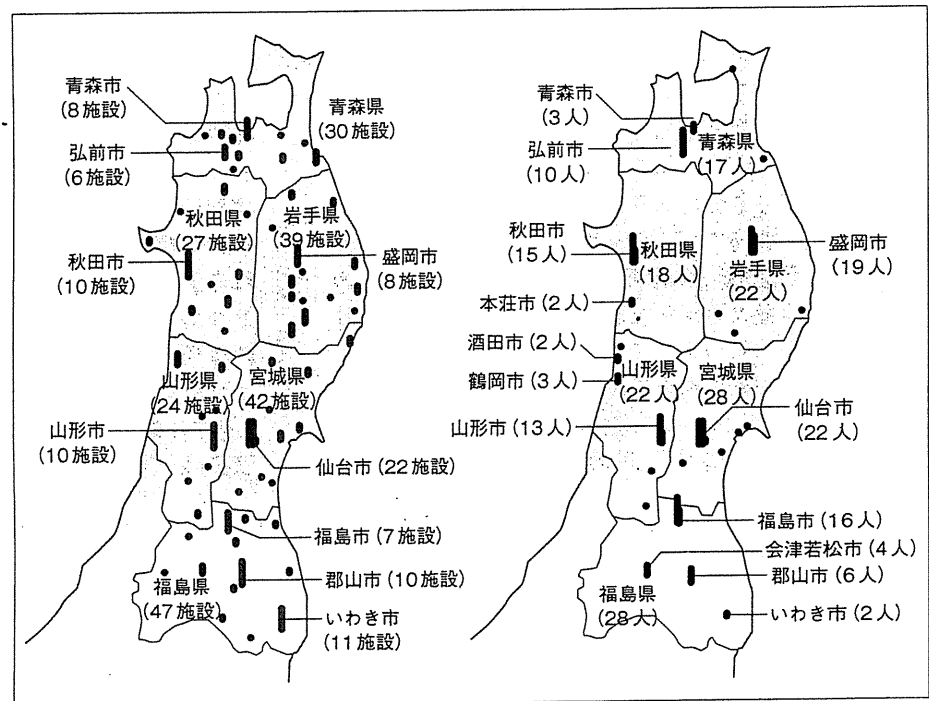


図2 東北地方における200床以上の病院分布(左)と認定病理医分布(右) 認定病理医は大学病院や県庁所在地にある大きな病院にはいるが、地方の中核病院にはほとんどいない。



及し、国の政策によりバーチャルスライドの利用が推奨されるとともに自分がテレパソロジーをやらないまでも少しずつ理解を示してくれるようになり、大きな反対はなくなった。むしろ、最近では病理医よりも臨床の医師である多くの医療機関の経営者が財政的余裕があれば、施設の経営と地域医療の面からテレパソロジーを導入する姿勢をみせている。

II. 情報技術(IT)の発達とテレパソロジーの発達の歴史

最近のITの進歩は目覚ましいものがあるが、その中であって最も世の中を大きく変化させてきたのは情報化社会に象徴されるインターネットの普及であろう。また、画像のデジタル化によって顕微鏡画像の扱いも一挙に進歩した。この結果、画像伝送が処理しやすく

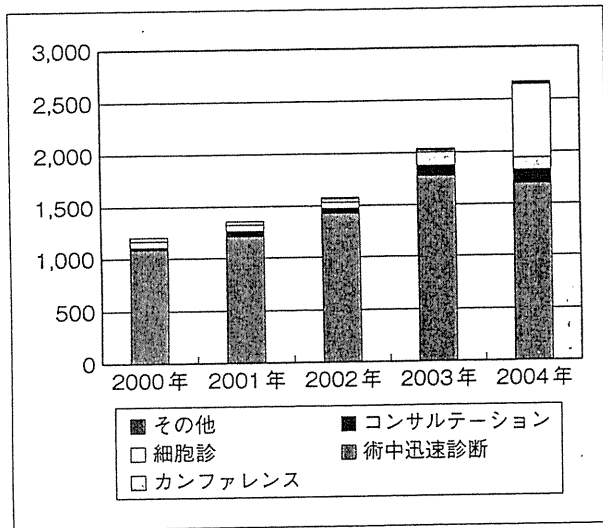
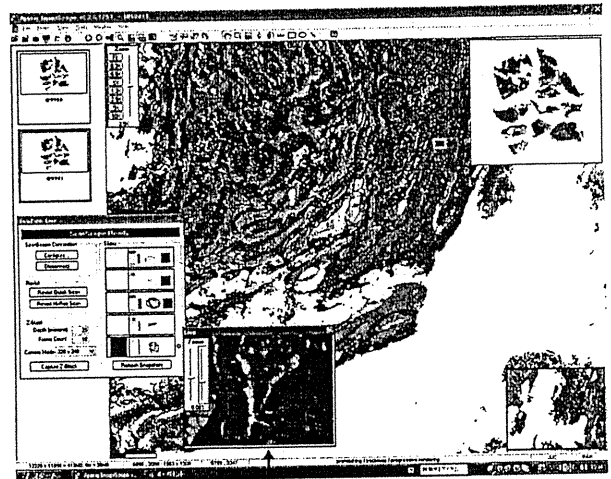


図3 テレパソロジー実施件数の推移 テレパソロジーの実施件数は、ゆっくりではあるが着実に伸びている(2005年度調査)。



フォーカス調整可能

図4 バーチャル方式 デジタルスライドともいわれるこの方式は、診断だけでなく、教育的な面にも大きな変化を与えている。

なると同時に、短時間で遠くに送ることが可能になった。テレパソロジーの初期の画像は顕微鏡画像に比較して遙かに劣るものであり、この機器を使った場合の誤診が問題になったし、静止画像の診断に時間がかかることから臨床側、診断側にいらつきがあり、多くの病理医はテレパソロジーを利用することに好意的ではなかった。

テレパソロジーの歴史を振り返ると世界で最初に行われたテレパソロジーの実験は、慶応大学の坂口教授が1982年慶応大学と八王子の病院を結んで行ったものであろうといわれている³⁾。当時は電話線アナログ方式を利用したが、約26年経った現在、光ファイバーやデジタル方式の画像が普及しつつあるのを見ると時代の流れを感じる。その後、1991年の第23回医学会総会で京都府立医大が日本海側にある与謝野海病院と結んでテレパソロジーのデモを行い、日常業務に取り入れていったのをはじめとして、国立がんセンターが本院と柏の東病院、山形大学が医学部と附属病院を結んで光ファイバーを用いたテレパソロジーを実施している。さらに1992年の第81回の病理学会では、東北大学が仙台市立病院と光ファイバーで結んで動画によるテレパソロジーの実験を行って話題になったが、この時期はそれぞれの施設がさまざまな方式で独自の開発、研究を進めていた^{4,5)}。

その中で、1996年からはじまった厚生省遠隔医療研究班の設立はテレパソロジー促進の大きなきっかけとなった。当初、遠隔医療研究班は東大医療情報部の

開原成允教授(現 国際医療福祉大学大学院長)が班長となり、その下に在宅診療、遠隔放射線、そして遠隔病理診断(テレパソロジー)等いくつかの分野が設けられたが、テレパソロジーは其中で全国規模で扱われるようになった。その後の流れの中で大きな意義をもつのは2000年のテレパソロジーの保険診療としての認可と2003年の診断側施設の拡大である。前者はこれまで一貫して対面診療の方針を貫いてきた厚生省(現在の厚労省)が遠隔診療の中でテレパソロジーを医療の一端として公的に認めたが、これは、テレパソロジーの普及にとって大きなきっかけになったといえる。テレパソロジーを用いた診断に要する機器や通信料金等いわゆる遠隔加算等はいまだ確定されていないものの、最近の調査でもテレパソロジーの利用頻度は徐々にではあるが、着実に伸びており、最近では約40施設が120前後の施設と結んで年間3,000件近い症例が行われている(図3)。

さらに最近、テレパソロジーと関連して話題になっているのがバーチャルスライドの活用である(図4)。バーチャルスライドは1997年にアメリカで開発されたと報告されているが⁶⁾、我が国では平成18年に厚生省ががん対策として「がんの均霑化事業」の一環として推奨されたのがバーチャルスライドによる事業であり、18年には厚生省が「遠隔診断の技術を用いたがんの病理診断支援のあり方に関する研究」班を組織し、医療機関がバーチャルスライドを購入する際に政府が半額を援助するという事で7億円の予算を用意し、