九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

高速インターネットを利用したアジア遠隔医療協力

清水，周次
九州大学病院光学医療診療部

中島，直樹
九州大学病院医療情報部

岡村，耕二
九州大学情報基盤センター

寅田，信博
九州大学病院第一外科

他

https://doi.org/10.15017/8528

出版情報：福岡醫學雜誌. 97 (8), pp.240-244, 2006-08-25. 福岡医学会
バージョン：
権利関係：

福岡医誌 97(8)：240−244，2006

高速インターネットを利用したアジア遠隔医療協力

[1] 九州大学病院 光学医療診療部
[2] 九州大学病院 医療情報部
[3] 九州大学 情報基盤センター
[4] 九州大学病院 第一外科
[5] 九州大学大学院 臨床・腫瘍外科
清水周次[1]，中島直樹[2]，岡村耕二[3]，寅田信博[4]，安徳恭彰[2]，田中雅夫[1)5)]

はじめに

今年はドイツでワールドカップサッカーの熱戦が繰り広げられたが，本プロジェクトの始まりはちょうど4年前に日韓共同で開催されたワールドカップサッカーの年に遡る．通信情報分野の発達は目覚しく，現在では一般家庭用にも100 Mbpsという大容量のインターネット回線が提供され始めているが，4年前までは日本・韓国間の国際回線容量は僅か8 Mbpsであり，今から考えると信じられないような状況であった．ちょうどその共同開催に合わせるように福岡と釜山の間に2 Gpbs（ギガ）という大容量の海底光通信ケーブルが敷設されたが，ワールドカップ終了後もこの回線を利用して文化・教育・研究・ビジネスなど多方面から日韓両国の交流推進に役立てようと，「玄海プロジェクト」という事業が産官学で組織化されたのである[1]．九州大学病院は医療チームとして本プロジェクトに参加することとなった[2)3)]．

通信回線を使った医療，すなわち遠隔医療は，場所の移動を伴うことなく容易に医療情報を交換できるという点で非常に有用な手段であるにも拘わらず，従来は十分な回線容量が得られないために動画像としての画質が悪く，利用は病理や放射線などの静止画や脈拍・心電図などの簡単な動画に限られており，実際の臨床や医療教育の現場で積極的に利用されるには至っていないのが現状である[4)5)]．我々はこの日韓高速ネットワークに注目し，医療目的にも十分満足できる動画像配信システムの構築を目指すこととなった[6)]．これまでの活動を簡単に紹介したい．

1．システムの概要

システムの根幹は，日本で開発されたDVTS（digital video transport system）と呼ばれる技術である[7)]．これはデジタル信号を直接インターネットプロトコール（IP）に変換できるもので，従来のような画像圧縮という操作を行う必要がない．したがって画質を全く損なうことなく，遠隔地まで伝送出来ることが最大の特徴である．圧縮技術は細い回線上でも画像を送れるようにと考え出されたものであり，そのプログラムは一般に非常に複雑でその処理にかなりの時間を必要とするが，DVTSではこの操作を省くため伝送遅延を最小限に抑えることができる．さらにコンピュータに圧縮操作のための負荷を与えることがないため高度なワークステーションや特別な装置を必要とせず，通常我々が使用しているコンピュータで対応可能であるなど，多くの利点を有する．われわれはこのシステムを初めて医療に応用した[8)9)]．

システムの構築も簡単である．たとえば家庭用デジタルビデオカメラを，インターネットに繋がったパーソナルコンピュータ（PC）にiLink（IEEE1394）と呼ばれるデジタルインターフェースを介して接続すれば，基本システムは完了である．デジタルカメラの代わりに手術器械や内視鏡機器の出力をPCに繋げ

Shuji SHIMIZU[1)], Naoki NAKASHIMA[2)], Koji OKAMURA[3)], Nobuhiro TORATA[4)], Yasuaki ANTOKU[2)] and Masao TANAKA[1)5)]
[1)] Department of Endoscopic Diagnostics and Therapeutics, Kyushu University Hospital
[2)] Department of Medical Informatics, Kyushu University Hospital
[3)] Computing and Communications Center, Kyushu University
[4)] Department of Surgery I, Kyushu University Hospital
[5)] Department of Surgery and Oncology, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University
Asia-Pacific Telemedicine Project via High-Speed Internet

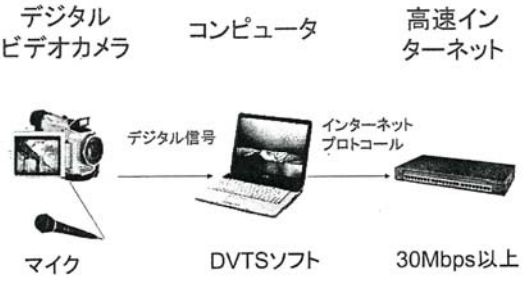

図1　基本的なシステムの構成．デジタルカメラの代わりに手術機器を接続すれば，手術映像を直接配信できる．

ば，医療映像の配信が可能となる(図1)．あとは個人で使用するのか少人数のカンファレンス目的か，または大きな学会で利用するかなどにより，マイクやミキサーなど周辺機器の準備が異なってくるだけである．

ただし注意すべき点が2つある．まず一つはネットワーク容量である．DVTSは1回線30 Mbpsを要するため，これを確保できる安定したネットワーク環境が必須である．最近は商用でも光ファイバーが提供される時代となったが，これらは通常ベストエフォートという形式であるため常に30 Mbpsの帯域が得られるという保証はない．そのため途中で画像が乱れ，雑音を伴うことになる．また手術などのライブデモンストレーションでは手術映像に加え，術者の手元操作や手術室の様子，さらに術前画像や切除標本など各種映像を送信するために通常2回線（60 Mbps）を使用する．したがって大学など大きな施設で優れたネットワーク管理者の協力の下で施行することが必要となるであろう．もう一つは患者のプライバシーの問題である．スライドや録画ビデオを用いる場合には問題とならないが，リアルタイムで配信する場合には，もし途中で信号が盗用されることがあっても映像の再構築を妨げるための暗号プログラムを備えたセキュリティーシステムが必要である．我々はこれらに関し九州大学医学部の倫理委員会で承認を得て，活動を開始した．

2．これまでの実績

2003年2月に本システムを使用した最初のテレカンファレンスを開催後，2003年8月には当時日本で盛んに行われ始めていた腹腔鏡下胃切除術を，韓国の癌センターに初めてライブで中継することに成功した(図2)[8]．その後ソウル大学など韓国の4つの基幹病院に加え，2004年10月には北京の清華大学へ，2005年1月にはバンコクの学会会場へも高速システムを構築した．さらに同年3月には医学部百年講堂で開催した第32回膵・膵島移植研究会で，福岡・ソウル・北京・台北を結んだ4地点のテレカンファレンスを実施した（図3）．11月には最近日本でも注目され始めている肥満手術のライブデモンストレーションを，

図2　日韓手術ライブデモンストレーションの様子．手術映像と共に，手術室や韓国側の様子が同時に配信されている．

図3　第32回膵・膵頭移植研究会の様子．東アジア4都市を接続して，テレカンファレンスが行われた．

オーストラリアとシンガポールを結んで行った[10]．また現在は数ケ月おきに，ソウル大学との間で定期的な胆膵臨床病理カンファレンスも開催している．

2006年6月現在60回を超える国際遠隔会議を行っており，最近では1ケ月に2度の割合で施行している計算になる．主な活動を表1に列挙する．これまで取り扱ったコンテンツも一般外科領域は元より，内視鏡，脳外科(顕微鏡手術)，医療情報，血液病理，移植手術，ロボット手術，泌尿器科手術など多岐に渡っている．また実施施設も年を追う毎に増加し，今年度はベトナムや香港の他，インドネシアやフィリピンとの実施も計画中である（表2）．

表1　これまでの主な遠隔国際会議コンテンツ一覧

ライブデモンストレーション		26
	外科手術	9
	消化器内視鏡	6
	血液病理	4
	泌尿器科手術	3
	脳外科手術	2
	その他	2
テレカンファレンス		37
	一般外科	14
	消化器内視鏡	8
	移植手術	6
	肝胆膵	5
	医療情報	2
	その他	2
合計		63

表2　高速医療ネットワークの主な接続先

韓国	ソウル大学ブンダン病院
	国立がんセンター
	漢陽大学
	梨花女子大学
	忠南大学
中国	清華大学
	上海交通大学
	香港中文大学
台湾	国立台湾大学
	台北栄民総病院
	台中栄民総病院
タイ	マヒドン大学
	チュラロンコン大学*
シンガポール	国立シンガポール大学
オーストラリア	フリンダー大学
ベトナム	ハノイ医科大学*
	バック・マイ病院*
フィリピン	フィリピン大学*
インドネシア	インドネシア大学*
日本	九州大学病院
	国立がんセンター研究所
	岩手医科大学
	長崎大学
	日本赤十字九州国際看護大学*

*計画進行中

3．今後の展望

手術や内視鏡をはじめ医療動画像配信は，これまでISDNという電話回線を用いることがほとんどであった[11)~13)]．しかしながら通常使用される3回線の合計でも容量は僅かに0.4 Mbps程度であり，DVTSの30 Mbpsに比較し，ISDNではいかに少ない情報しか伝達されていないかが理解できるであろう．最近はいろいろと優れた圧縮技術が開発されて来てはいるが，どのような圧縮技術であっても画質において非圧縮に勝るものはない．我々のシステムは1秒当たり30フレームを表示し，テレビと同様スムーズな画像を提供できる．また国際放送では衛星が利用されることも多いが，伝送遅延が大きくなると共に非常に高額な使用料金を請求される．我々はAsia-Pacific Advanced Network（APAN）と呼ばれる国際間研究・開発高速ネットワークやアジア各国の研究・教育用インターネット網と連携することにより，高速回線を自由に利用できる環境を整えている[14)]．

知識を得ることのみならず手技や動作を教えることの多い医療系教育においては，これまでの印刷物のみを用いた教育に比べ，動画を用いた教育は遙かに有用と考えられる．たとえば手術を覚える際に，論文を読むだけでは大まかな流れは摑めても決してその詳細は理解できない．実際に行われている手術を見ることこそ基本的かつ最良の教育手段であり，またリアルタイムでのやり取りはその理解をより一層高めることとなる．これは手術に限らず，動画像を扱う治療内視鏡や侵襲的放射線治療，また基本的な診療行為や看護などすべてにおいて同様である．最近は学会や各種プレゼンテーションにおいて動画が多用されて

いることを見ても，その有用性は明らかである．新しい医療手技を学ぶために遠方の医療機関を訪れることもあるが，この遠隔医療システムを利用すれば居ながらにして簡単にそれらを学ぶことが出来る．これは時間と費用を節約できるのみならず，一度に多くの人に提示できる点で若いスタッフへの教育を含めその利用価値は高い[15]．

これら医療情報の交換はまた，アジア全体で共有されることがさらに重要である．その理由の一つは，アジアは世界の約60%もの人口を有し，文化，宗教，言語，価値観などの異なる数多くの民族から成っていることである．医療レベルや衛生・福祉・保険制度などにも大きな違いや格差が存在する．制度の均一な日本国内での交流と異なり，医療情報の交換にはより大きな意味がある．二つめは，欧米との情報交換は大きな時差のために昼夜が逆転し，日常的なやり取りには無理を伴う．これとは対照的にアジア・オセアニア地域との時差はせいぜい2－3時間以内に留まるため，全く国内でのやり取り同様に日常のリズムの中でリアルタイムの意見交換が可能である．この点は非常に重要である．さらに我々のシステムには特別な免許や資格を必要とせず，またDVTSもインターネットから無料で入手できるなど病院内での新たな投資もほとんど必要ないため開発途上国での構築にも現実性が高い．

日本では2001年からe-Japan構想が導入され，他の先進国同様ギガビット単位の回線が既に広く国内のバックボーンとして提供されている[16)17)]．また開発途上国を含め高速インターネット網は今や世界中に急ピッチで構築されてきており，近い将来世界の隅々にまで達することは間違いないであろう[18)19)]．電話は既に低料金で音質も良好なIP電話へと移行し始め，テレビ放送もインターネットで流される時代となってきている．またIPv6と呼ばれる次世代インターネットも開発され，その利便性は今後もさらに加速されるであろう．九大病院でも今後，遠隔診療，心臓カテーテル，病理動画像，国際看護などあらゆるコンテンツを取り入れて活動範囲の拡大を目指すと共に，ハイビジョン技術の導入も予定しさらに高画質の映像配信に取り組む計画である[20)]．

アジア諸国の多くの基幹病院では医療と情報通信・映像技術との融合の重要性をいち早く認識し，病院内に遠隔医療センターやスタジオのような医療映像管理施設を完備している．今後もさらにこの取組みを推進していくためには，スタッフや設備などソフトとハードの両面からの体制作りを急ぐ必要性を痛感している．

まとめ

玄海プロジェクトは現在，日韓拠点大学交流プログラム（日本学術振興会）や九州大学の他のアジア関連プロジェクトと呼応しながら，その活動をアジア・太平洋地区全体に拡大しつつある[21)]．先端技術を応用した遠隔医療プロジェクトを九州から世界に発信し，アジア地域での医療の標準化やヒューマンネットワークの拡大を推し進めるため，関係者のご協力を切にお願いしたい．

謝　辞

本プロジェクトの推進に当たり多大なご協力を頂いた㈱キューデンインフォコム，九州電力㈱を初め，九州大学および関係各施設のスタッフの皆様に深謝する．なお本研究事業は拠点大学交流事業「次世代インターネット研究」（日本学術振興会），および九州大学教育研究プログラム・研究拠点形成プロジェクト（P&P）より支援を頂いた．

参　考　文　献

1) 岩崎和人：日韓光海底ケーブルを利用した次世代IP技術の検証．電気評論 91：72-75，2006．
2) 清水周次，田中雅夫：日韓超高速インターネットを利用した手術画像伝送とテレカンファレンス．九州大学研究紹介 21：93-94，2004．
3] Kawamoto M, Shimizu S, Tanaka M, Nakashima M, Okamura K, Kim YW and Hahm JS: Genkai/Hyunhae Project; Telesurgery between Korea and Japan over broadband Internet. Kyushu University

Asia Research Organization News Letter (KUARO) 3: 7, 2004.
4) Moore GT, Willemain TR, Bonanno R, Clark WD, Martin AR and Mogielnicki RP: Comparison of television and telephone for remote medical consultation. N Engl J Med 292: 729-732, 1975.
5) DeBakey M: Telemedicine has now come of age. Telemed J 1: 3-4, 1995.
6] 中島直樹，清水周次，岡村耕二，水島洋，Kim YW，Hahm JS：DVTS動画による，日韓を軸としたアジア遠隔医療ネットワーク．医療情報学 24：S 348-S 349，2004.
7] Digital Video Transport System. http://www.sfc.wide.ad.jp/DVTS/.
8) 清水周次，中島直樹，田中雅夫，岡村耕二，Kim YW，Hahm JS：超高速インターネットを利用した非圧縮内視鏡手術画像配信システムの構築．日本内視鏡外科学会誌 10：471-474，2005.
9] Shimizu S, Nakashima N, Okamura K, Hahm JS, Kim YW, Moon BI, Han HS and Tanaka M: International transmission of uncompressed endoscopic surgery images via superfast broadband Internet connections. Surg Endosc 20: 167-170, 2006.
10) Telemedicine through High-Speed Broadband. http://www.cit.nus.edu.sg/IDEAS/archives/000074.html.
11) Broderick TJ, Harnett BM, Doarn CR, Rodas EB and Merrell RC: Real-time Internet connections: implications for surgical decision making in laparoscopy. Ann Surg 234: 165-171, 2001.
12) Eadie LH, Seifalian AM and Davidson BR: Telemedicine in surgery. Br J Surg 90: 647-658, 2003.
13) Heatley DJ and Bell GD: Telemedicine in gastrointestinal endoscopy. Endoscopy 35: 624-628, 2003.
14] Asia-Pacific Advanced Network. http://apan.net/.
15) Wootton R, Bloomer SE, Corbett R, Eedy DJ, Hicks N, Lotery HE, Mathews C, Paisley J, Steele K and Loane MA: Multicentre randomised control trial comparing real time teledermatology with conventional outpatient dermatological care: societal cost-benefit analysis. Br Med J 320: 1252-1256, 2000.
16) Japan Gigabit Network II. http://www.jgn.nict.go.jp/index.html.
17) Science Information Network. http://www.sinet.ad.jp/.
18) Korea Advanced Research Network. http://www.koren 21.net/eng/index.php.
19) China Education and Research Network. http://www.edu.cn/HomePage/english/index.shtml.
20) Pande RU, Patel Y, Powers CJ, D'Ancona G, Karamanoukian HL: The telecommunication revolution in the medical field: present applications and future perspective. Curr Surg 60: 636-640, 2003.
21] AQUA (Asia-Kyushu Advanced Medical Network). http://www.aqua.med.kyushu-u.ac.jp/.

(参考文献のうち，数字がゴシック体で表示されているものについては，著者により重要なものと指定された分です.)