

■11 群 (社会情報システム) -4 編 (医療情報システム)**11 章 遠隔医療**

(執筆者：黒田知宏) [2009 年 1 月 受領]

■概要■

遠隔医療とは、医療行為に必要な情報を伝送し、地理的に分散した環境下で医療行為を行うことである。遠隔医療には、遠隔助言、遠隔診療、在宅医療の三種類の形態が考えられ、情報ネットワーク技術の急速な発達の中、情報の蓄積転送で実現される遠隔助言や在宅医療は実用化されつつあるが、マルチメディア・ノンバーバル情報の実時間伝送で実現される遠隔診療の実現にはまだ多くの技術的障壁がある。実験的段階から継続的にサービス提供する段階に移るためには、技術面に加えて、法制面、社会面での整備・受容の醸成が必要である。

【本章の構成】

本章では、11-1 節で遠隔医療について定義した後、11-2 節で遠隔医療の諸課題とこれを解決する手法について解説する。最後に、11-3 節で遠隔医療の現状と将来について述べる。

■11 群-4 編-11 章

11-1 遠隔医療の定義と意義

(執筆者：黒田知宏) [2009年1月 受領]

遠隔医療とは、医療行為に必要な情報を何らかの手段で伝送し、医療行為に必要な構成要素を同一地点に置かず医療行為を行うことと定義できる。遠隔医療の実現に際して、伝送される情報の種類や手段は特に問われない。また、同一地点の広さについても病院規模から部屋の規模まで様々なレベルを考えることができる。したがって、同一建物内の手術に対する電話での診療指示や、物理的な検体の移動を伴う検尿などのサービスまで、極論すれば多くの医療行為は遠隔医療の一種であるとみなすことも可能である。

一般的には、1997年に旧厚生省遠隔医療研究班が作成した報告書^リが示した定義が我が国では広く採用されている。同報告書では、遠隔医療を「映像を含む患者情報の伝送に基づいて遠隔地から診断、指示などの医療行為及び医療に関連した行為を行うこと」と定義し、その意義を次の点に集約している。

1. **医療格差の解消**：遠隔医療環境下では、隣の部屋でも、数千キロ離れた場所からでも同じように情報を得ることができるため、間の距離に左右されることなく同じ医療サービスを提供できる。
2. **医療の効率化**：遠隔医療によって不要な搬送や、人数の少ない専門医の移動などの不要な移動を減じることができるため、最小限の医療資源を最大活用して高度な医療サービスを提供できる。
3. **患者サービスの向上**：患者に病院までの移動の負担をかけることなく、医師によって自宅でも24時間見守られているのに近い状況を実現できる。
4. **特殊な環境への医療サービスの提供**：救急車の中、海上、飛行機、宇宙など通常十分な医師の診療サービスを得ることが困難であると考えられる場に対して診療サービスが提供できる。
5. **国際医療協力**：通信さえ確保されれば、国内海外によらず同等のサービスを提供できる。

より端的にまとめるならば、情報通信技術を医療に適用することの効能は、時間と距離という二つの物理的障壁を乗り越えられることにある。基本的には電子的な情報共有を可能にすることで、人や情報の搬送に要するコストや時間を大幅に短縮することができる。また、時間の壁を越えたコミュニケーションを可能にすることで、医師と患者の時間を併せることなく、検査・問診・コンサルテーションを行うことが可能になり、距離の壁を越えたコミュニケーションを可能にすることで、同時刻に昼間になっている地域の医師のコンサルテーションを受けて深夜に診療を行うことや、自国語と現地語を解する医師に接続して言葉の通じない地域で医療行為を受けることも可能になる。

■11 群-4 編-11 章

11-2 遠隔医療の課題

(執筆著者：黒田知宏) [2009年1月 受領]

11-2-1 技術的課題

遠隔医療の実現のためには、医療行為に必要な情報を伝送することが必要である。病院情報システム (HIS) の中核をなす、オーダエントリーシステムや PACS、電子カルテは、病院内で医療行為に必要な情報を電子的に転送する仕組みであり、HIS が導入されている病院内ではこれを用いて既に「ブチ」遠隔医療が実現されている。このネットワークを病院外に引き延ばせばサービス範囲は院外に広がることになる。例えば、米国 Cleveland Clinic では、e-Cleveland Clinic と呼ばれる院内情報システムの一部として、在宅モニタリングシステムや遠隔医療システムを組み込んでいることが報告されている³⁾。また、彦根市立病院では、**図 11・1** に示すように、院内ネットワークを院外に広げることで遠隔画像診断サービスを実現したと報告されている³⁾。

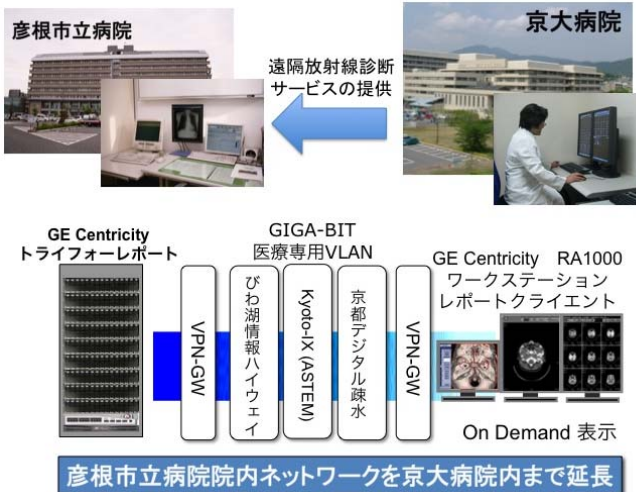
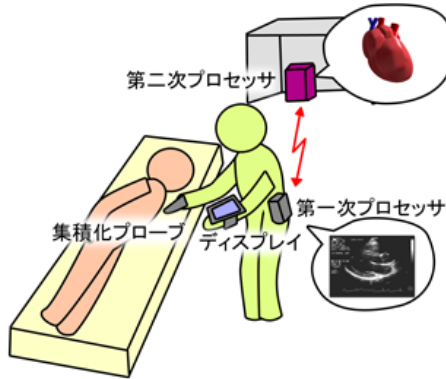


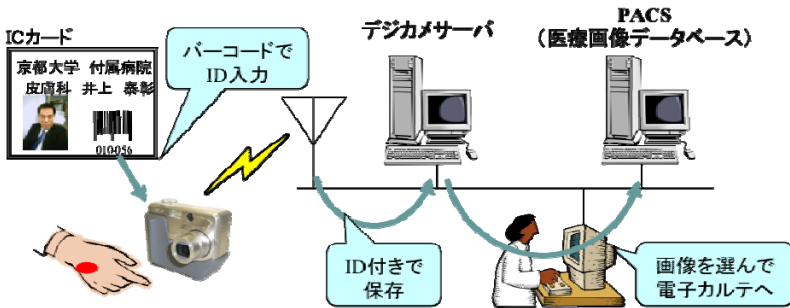
図 11・1 彦根市立病院 = 京大病院間 遠隔放射線診断システムの構成³⁾

このタイプの遠隔医療は、基本的に伝統対象となるメディアをサーバなどに蓄積して伝送することで実現できることから、「蓄積型遠隔医療」とでも呼ぶことができる。既述のとおり、HIS を院外に延長することで実現されることから、技術的には容易に実現することができる。したがって、HIS が巨大なユビキタス情報システムであり、多くの医用画像機器が計測部・処理部・蓄積部・表示部からなる情報機器であることを考慮して提唱・開発されている**図 11・2**、**図 11・3** に示すようなユビキタス医療機器の考え方を適用すれば、計測部や表示部のみを家庭や地域施設に設置したり、移動体として提供したりするような在宅医療・出張医療にまで発展させることができる。



無線 LAN で計測部・演算部・表示部を分割している

図 11・2 ユビキタスエコシステム⁴⁾



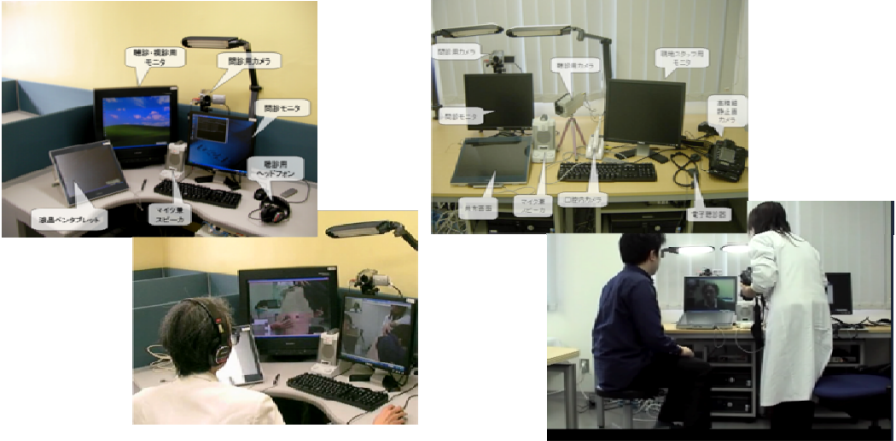
無線 LAN で蓄積部を HIS と一体化している

図 11・3 医療用ネットワークデジタルカメラ⁵⁾

一方、患者の診断や治療・手術などの対面医療行為については、HIS を院外に拡張するだけでは実現できない。対面医療行為を遠隔で実現するには、対面では意識せずとも自然に取得できた様々な情報を、明示的に取得し、電子化し、伝送し、提示しなければならない⁶⁾。しかも、対面で行われる医療行為を対象とするならば、これらの伝送にはすべて実時間性が求められる。したがって、このタイプの遠隔医療は、実時間のマルチメディア通信の実現が必要であり、「実時間型遠隔医療」とでも呼ぶことができる。

このタイプの遠隔医療が実現されれば、既存のサービスの電子化に留まる「蓄積型遠隔医療」と異なり、11-1 節で述べた多くの効能を得ることができるが、技術的には解決すべき問題が多い。実時間で「映像を含む」多くの医療情報を伝送するためには広帯域のネットワークを用意すればよいが、一般的に必要とされる情報の量と品質の要求には上限がなく、必要帯域と提供帯域は常に「いたちごっこ」の関係になる。相反する要求を満たすためには、各メディアに帯域を割り当てる、何らかの帯域制御⁷⁾を行う必要がある。また、必要とされる情報は医療行為の進行に伴って時々刻々と変化するため、様々なメディアに対して、メディ

アの性質と医療行為における必要性に応じて弾力的に帯域制御を行う仕掛けが必要である⁶⁾。加えて、患者に直接「手を加える」医療行為を行うためには遠隔ロボティクス技術が必要となる。「手を加える」行為は手術⁸⁾のようなものに留まらず、超音波診断装置⁹⁾や聴診器を押し当てる場合まで含まれる。

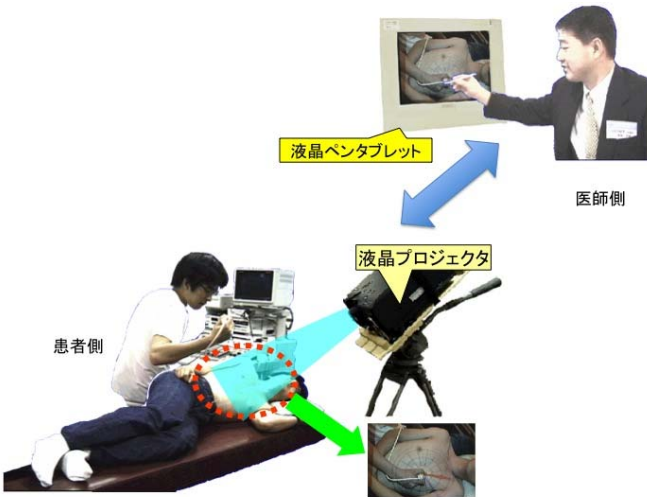


吉田キャンパス

桂キャンパス

筆記コミュニケーション用ペンタブレットを備える

図 11・4 遠隔診療システム¹²⁾



プロジェクタ型強調現実感 (AR) 技術を用いてプローブ操作方法を伝達している

図 11・5 遠隔超音波診断支援システム¹³⁾

遅延のさけられない遠隔医療環境下で、これらの行為を安全に実現するためには、遠隔側装置の自動制御やロボットが対象に接触した力覚を伝送するバイラテラル制御技術¹⁰⁾が欠かせない。更に、通常の対面診療と同様のコミュニケーション環境を実現するためには、多くの無意識に交換される非言語的情報¹¹⁾を交換できる環境を提供しなければならず、そもそものような情報が診療プロセス内で交換・取得されているかを分析することが必要となる。また、非言語情報を含む多くの情報をわかりやすく提示する情報提示環境の検討も必要である。

図 11・4 は、診療中の筆記コミュニケーションをサポートしている例であり、図 11・5 は、指差しなどで示される機器の操作方法の伝達をサポートしている例である。

11-2-2 制度・社会的課題

医師法・歯科医師法第二十条では『医師は、自ら診察しないで治療をし、若しくは診断書若しくは処方せんを交付し、自ら出産に立ち会わないで出生証明書若しくは死産証書を交付し、又は自ら検案をしないで検案書を交付してはならない。』と規定しており、対面診療の原則と呼ばれるこの規定が長きにわたってこれが遠隔医療実現の障害とされてきた。しかし、1997年12月24日の厚生省通達¹⁴⁾、及び、2003年3月31日の一部改正¹⁵⁾によって、初診、急性期以外の疾患に対する遠隔診療が一部解禁されている。また、蓄積型遠隔医療については2002年の診療報酬制度改定により、遠隔画像診断を行う際、施設基準¹⁶⁾などの一定の条件を満たせば、画像送信側で画像診断管理加算を算定し、送信側と受信側の合議によって費用を配分できるようにするなど、診療報酬面でも支援が図られている。しかし、11-1節で述べた遠隔医療の効能を最大化するためには初期診療において遠隔医療が許可される必要があり、更なる規制緩和が求められている。

遠隔医療におけるもう一つの問題は、報酬と責任との関係が未定義なことにある。広く行われているメールなどによる遠隔コンサルテーションでは、コンサルテーションした側はあくまで善意の助言者であり、対面で診療にあたっている医師に第一義の責任が発生し、診療報酬も対面で診療にあたる医師に対してのみ発生するのが一般的である。このような状況に対して、コンサルテーションを受ける側とコンサルテーションする側の間の契約に関するガイドラインを策定する動き¹⁶⁾もあるが、すべての場合に適用されるような一般的なルールの形成には至っていない。コンサルテーションのような、医療従事者間でコミュニケーションが行われる遠隔医療については、医師間の取り決めで対応可能であるが、医療事故が生じた場合の患者に対する責任の所在についてはその限りではなく、民法719条の規定により患者は双方の医師に損害賠償を請求できるとの指摘もある¹⁷⁾。

一方、遠隔医療において通信に不具合が生じた場合の通信業者の責任については、まだコンセンサスが得られている状況ではない。例えば、遠隔地の患者に対してロボット手術を行った際に事故が発生した場合、その事故原因は手術スタッフ、通信回線、ロボット、その他の関連機器のいずれにあり、その責任度合いはどうかについては、検討が必要であろう。

無論、これら法制面の整備は、遠隔医療行為自身や、遠隔医療に要するコストに対する社会的受容の醸成状況に大きく依存することはいうまでもない。

*1 ある診療費用の請求を患者に行うために、医療機関（病院）が満たさなければならない基準。

■11 群-4 編-11 章

11-3 遠隔医療の現状

(執筆者：黒田知宏) [2009 年 1 月 受領]

11-3-1 遠隔医療の分類

本章では遠隔医療を技術面から二分類したが、一般的にはコミュニケーションを行う主体によって分類されることが多い。厚生省報告書¹⁾では、医師と専門医、医師とコメディカル²⁾、医師と患者（家庭）、コメディカルと患者の四つに分類し、前者二つが **Telemedicine**、後者二つが一般には **Tele-care** と呼ばれるものに相当すると述べている。コミュニケーションに必要なメディアなどを考慮に入れば、直接医療行為を行うスタッフ、補助医療スタッフ、患者の三者の位置関係を中心にして、

1. **遠隔助言**：遠隔地から助言に基づいて現地スタッフが医療行為を行う場合
2. **遠隔診療**：患者側に補助医療スタッフがいて遠隔地から医療行為を行う場合
3. **在宅医療**：患者側に補助医療スタッフもない状況で遠隔地から医療行為を行う場合の三分類¹⁸⁾で考えるのがわかりやすいであろう。専門医による遠隔コンサルテーションや遠隔画像診断、救急スタッフへの遠隔指示などは遠隔助言にあたり、遠隔地からの初期診断や遠隔ロボット手術などは遠隔診療にあたり、慢性病患者のモニタリングなどは在宅医療にあたりと考えられる。なお、医療機関と非医療機関の間で行われる医療行為を指す **Tele-care** は、上記の 3 だけでなく 2 の一部（患者側が介護施設の場合など）を含むことになる。

11-3-2 遠隔医療の歴史と現状

遠隔医療の黎明期は、1970 年前後である。初期の遠隔医療の例としては、米国で 1968 年に開始された **Massachusetts General Hospital (MGH)** と近隣の医療センター間のテレビ電話による医療コンサルテーションや、和歌山県で 1971 年に行われた山間僻地への医療供給を目的に行われた **CCTV**、電話線、**FAX** を用いた遠隔医療実験などが広く知られている¹⁹⁾。1990 年代後半には、電子メールなどを用いた医療コンサルテーション、遠隔病理画像診断（テレパソロジー）、遠隔放射線画像診断（テレラジオロジ）などが実用化され、旭川医大遠隔医療センターなど、継続的に診療を行う例も現れるなど、遠隔助言は確実に実用化が進んでいる。また、在宅医療においては、2008 年に **Intel** 社が在宅医療・遠隔医療管理用のシステムを発表するなど²⁰⁾、21 世紀に入ってビジネスとしての現実感が大幅に高まっている。

一方、遠隔診療については信州大学による山小屋との遠隔医療実験²¹⁾、走行中の救急車内のロボットを遠隔操作する超音波画像診断実験²²⁾、「**リンドバーグの手術**」と呼ばれる大西洋超えの遠隔ロボット手術実験（**図 11-6**）²³⁾ など様々な実験が行われているが、安定的・継続的に運用されて遠隔診療の例はまだ存在しない。

*2 薬剤師、放射線技師、理学療法士などの医師以外の医療スタッフ。

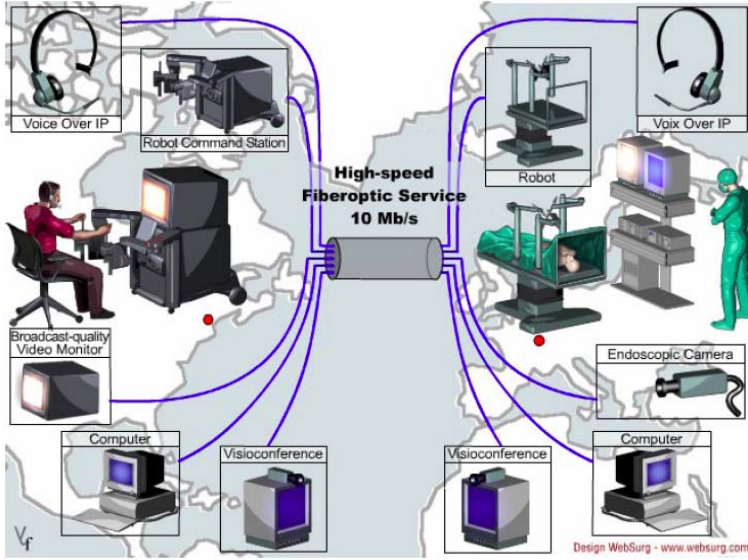


図 11・6 リンドバーグの手術

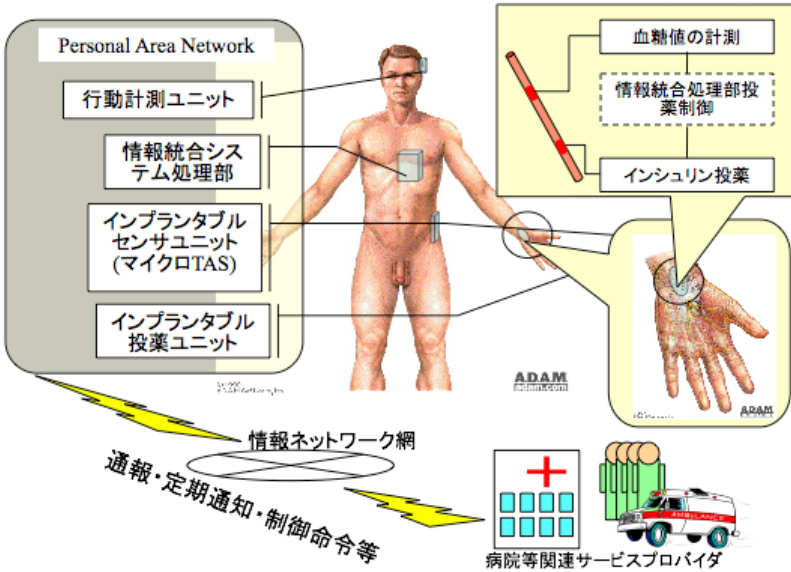


図 11・7 「インプラントブル・ホスピタル²⁵⁾」の概念図

*3 体に埋め込んだセンサなどの超小型情報機器によって、常時、健康状態を計測するとともに、異常な

11-3-3 遠隔医療のこれから

以上のように、遠隔医療の多くは実用化されているか、実験的に実施することは可能となっている。今後は安定的・継続的なサービス提供を可能とする、“Plug & Play”な情報支援環境の実現と法制面の整備，社会的受容の醸成などが鍵となると考えられる。

更に、第三世代・第四世代携帯電話などの次世代無線情報ネットワークや、MEMS 技術の発達により、体に埋め込んだセンサや、コンビニエンスストアなどの偏在する社会インフラを活用した、**図 11・7** に示すような新たな遠隔医療サービスの創出が期待される²⁴⁾。

■参考文献

- 1) 厚生省遠隔医療研究班，“医療情報技術の総合的評価と推進に関する研究，”1997。
- 2) C. Martin Harris, “Cleveland Clinic’s eEnabled Practice Model,” Collaborative Communication Summit, 2007。
- 3) 黒田知宏，“PACS を共有資源にする -京大病院のアプローチ-,” 医療情報学連合大会, 2006。
- 4) 増田 泰, 末永貴俊, 井村政孝, 安室喜弘, 真鍋善嗣, 大城 理, 千原國宏, “音声情報を伝送するユビキタステレコシステムシステムの構築,” 信学技報, vol.103, no.598, pp.35-38, 2004。
- 5) 黒田知宏, 竹村匡正, 高野恭一, 井上泰彰, 三浦宏樹, 吉原博幸, “医療用ネットワークデジタルカメラシステムの構築,” 医療情報学, vol.27, no.4, pp.355-363, 2008。
- 6) Kenta Hori, “Information Support for Telesurgery,” Sajeesh Kumar and Jacques Marescaux (Eds), Telesurgery, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, pp.101-111, 2008。
- 7) Andrew S. Tanenbaum, “Quality of Service,” AS Tanenbaum (Ed), Computer Network 4th edn, Prentice Hall, pp.397-417, 2002。
- 8) 光石 衛, “医療用ロボティクス,” 脈管学, vol.46, pp.759-767, 2006。
- 9) 榊田晃司, 青木悠祐, “ロボティクス医療による未来の超音波診断,” 月刊新医療, vol.34, no.5, pp.79-82, 2007。
- 10) 古田勝久, “メカトロニクス概論,” オーム社, 2007。
- 11) 黒川隆夫, “ノンバーバルインタフェース,” オーム社, 1994。
- 12) 中井隆史, 司 隆史, 堀謙太, 竹村匡正, 黒田知宏, 安藤昌彦, 川村 孝, 吉原博幸, “実時間マルチメディア通信技術の保健管理業務への適用,” 日本遠隔医療学会雑誌, vol.4, no.1, pp.35-40, 2008。
- 13) 末永貴俊, 飯野恵秋, 黒田知宏, 大城 理, 千原國宏, “遠隔超音波画像診断におけるプローブ操作教示システム,” 信学論, J83-D-II, no.1, pp.324-334, 2000。
- 14) 厚生省, “情報通信機器を用いた診療(いわゆる「遠隔診療」)について,” 健政発第 1075 号, 2007。
- 15) 厚生省, “「情報通信機器を用いた診療(いわゆる「遠隔診療」)について」の一部改正について,” 医政発第 0331020 号, 2003。
- 16) 日本テレパソロジー研究会, “テレパソロジー運用ガイドライン,” 2005。
- 17) 古川俊治, “遠隔診療の現状と法的諸問題,” サイバーセキュリティマガジン, 2003。
- 18) 堀 健太, “遠隔コラボレーションとしての遠隔医療,” ヒューマンインタフェース学会誌, vol.11, no.1, pp.xx-xx, 2009。
- 19) 河合直樹, 山内一信, “遠隔医療の現状と展望,” Jamic J., vol.17, pp.58-61, 1997。
- 20) Intel, “Intel Announces its First Home Medical Device to Better Connect Clinicians with Patients,” Intel News Release, Nov. 2008。
- 21) 中村正幸, 窪田昭真, 清水 洋, 楊 毓英, 三浦 裕, 滝沢正臣, “北アルプスの山小屋からの高画質映像伝送による登山者への遠隔医療支援,” 第 22 回医療情報学連合大会論文集, pp.176-177, 2002。
- 22) 榊田晃司, 加藤央明, 野本悠香梨, 渡辺弘樹他, “バンダグラフ型超音波診断ロボットの軽量化と走行する救急車-病院間での遠隔診断実験,” 第 23 回日本ロボット学会学術講演会論文集, 2005。
- 23) J. Marescaux, J. Leroy, M. Gagne, F. Rubino, D. Mutter, M. Vix, S.E. Butner, M.K. Smith, “Transatlantic

数値が現れた場合に医療機関などへそのデータが送信されるシステム。それにより、早期発見、早期治療の頻度が向上するとともに、既往症をもつ患者のクオリティオブライフを大幅に向上させることができる²⁴⁾。

robot-assisted telesurgery,” Nature, pp.379-380, 2001.

- 24) 京都市, “京都バイオシティ構想,” 2002.
- 25) 高橋 隆, “BM2C 構想,” 京都市医工連携プロジェクト準備会, 2002.