

厚生科学研究費補助金

医療技術評価総合研究事業

医療情報技術の総合的評価と推進に関する研究

平成12年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 開原 成允

平成13年（2001）年4月

総括研究報告書

医療情報技術の総合的評価と推進に関する研究

主任研究者 開原成允 医療情報システム開発センター理事長

研究要旨 最近普及しつつある遠隔医療について、医療上の評価、経済性の評価を行った。また、新しい動向である個人化、高度化、国際化、遠隔教育との融合という側面から調査した。また技術動向についても、標準化、色の修正、セキュリティについて研究し、その問題点などを明らかにした。その成果に基づいて遠隔医療普及のためのガイドライン(案)を作成した。

分担研究者		
山本 隆一	大阪医科大学	助教授
前田 知穂	京都府保健環境研究所	所長
沢井 高志	岩手医科大学	教授
山口 直人	国立がんセンター	部長
高木 幹雄	東京理科大学	教授
秋山 昌範	国立国際医療センター	部長
茅野 真男	国立東京医療センター	医長
研究協力者		
大橋 秀一	大阪大学病院	教授
土橋 康成	京都府立医科大学	助教授
松岡 正巳	松岡診療所	所長
豊田 健	国際医療福祉大学	教授
広川 博	旭川医科大学	教授
中島 功	東海大学	講師
山上 浩志	旭川医科大学	助手
豊田 建	国際医療福祉大学	教授
辻 正次	大阪大学経済学部	教授

研究は、次ぎのテーマについて、研究を行ない、全員の討議の後にガイドラインをまとめた。

1 遠隔医療に関する新しい方向の調査

遠隔医療は最近の技術的な進歩を反映して変化しつつある。その主要な変化を仮に次の4つの方向として位置づけ、それぞれについて研究協力者を設けて実態と問題点の把握を行った。

① 個人化: インターネットの普及により、静止画であれば簡単に送付できるようになり、これを利用した個人レベルのコンサルテーションなどが普及しはじめている。その実態と問題点などを調査した。

② 高度化: 個人化とは反対に、一部の遠隔医療は、医療機器と接続されて、検査や治療をリアルタイムで遠隔地から指導したり、また場合によっては操作したりできるようになっている。その最も典型的なものは内視鏡下手術の遠隔地からの指導であり、その実態を調査し、今後の方向を考察した。

③ 国際化: 遠隔地も国際通信の普及と共に、日本国内にとどまらず、外国にまでも及ぶようになった。また、先進国のみならず、開発途上国との遠隔医療も注目されるようになっている。外国における動向についても一部調査した。

④ 遠隔教育との融合: 遠隔医療は遠隔教育を含むときにより大きな効果が得られることが明らかになり、次第にその境界がなくなりつつある。その実態を遠隔会議、院内学級などについて調査し、問題点と将来の発展性を考察した。

2 遠隔医療の医療的・経済的評価

既の実績のある遠隔放射線診断、遠隔病理診断及び在宅医療の分野においては、その医療的ならびに経済的効果をさまざまな角度から評価した。特に、在宅医

A. 研究の目的

医療情報技術が医療の重要な一要素となって、医療形態に影響を与えるまでになっている。本研究の目的は、映像・通信・コンピュータネットワーク技術を医療に総合的に応用した成果の一つである遠隔医療を対象として、その現状を調査し、評価を行い、問題点を把握して、今後の遠隔医療発展のためのガイドラインを作成することにある。

この研究の成果は、日本の医療に将来情報技術を用いていくための行政施策の基礎資料としても利用されることが期待される。情報技術の応用は、行政的にも非常に重要であり、これを効果的に利用していくことが今後の医療では必須である。

B. 研究方法

療については、厚生省が行っている全国の10箇所のモデル事業のうち、三豊町及び岩手県釜石市と福島県葛尾村について実地調査を行った。

3 遠隔医療の技術的な課題の検討

遠隔医療の中で提起される技術的な問題の中から、標準化、色の補正及びセキュリティについて研究し、具体的な提案を行った。

4 ガイドライン(案)の作成

以上の研究成果を全体会議を2001年1月に東京で開催して相互に発表して討議した。その成果に基づいて今後の遠隔医療発展のための「ガイドライン(案)」を作成した。

C. 研究結果

1 遠隔医療に関する新しい方向

① 個人化

最近では、地域医師会の有志を中心にメーリングリストが多く運用されており、その実態は日々変化しているため必ずしも明らかではない。松岡らの調査によると、医師会内のクローズドのシステムとインターネット上のメーリングリストの利用を合計すると50地域医師会で加入者は6000名程度ある。このメーリングリストがすべて診療上のコンサルテーションに使われているわけではないが、27の医師同士のコンサルテーションに利用されているMLやBBSについて調査した結果を記す。

この中で2000年に新規に開設されたものは3サイトであった。会員数は50人以下のものから、500人以上のものまでであるが、50-100人程度の会員をもつサイトが最も平均アクセス数が多く、活動が活発であった。一般的には昨年に比べアクセス数は増加している。対象としている範囲は、地域が70%、全国的なものが19%、この中で海外との更新もしているものも半数程度あった。診療科別にみると、ないかが約30%であるが、すべての診療科でコンサルテーションが行われていた。画像についても、添付ファイルや特定のサイトに掲載するなど約30%で利用されていた。

大阪の城東区医師会の場合は、会員のみがアクセスできるイントラネットであるために、掲示板に診断や治療が困難な症例やその症例の医療画像を提示して意見を求めているが、肺がん、脊髄腫瘍のX線写真や内視鏡画像、在宅患者の皮膚画像など相談件数は次第に増加に会員の間でのメールによる討議も活発に行われるようになってきている。

この他にも、病院を中心としたものもあるが、現段階ではごく親しいものの間の個人的相談にとどまっている。今後このような利用方法は次第に普及していくものと思われるが、現在の問題点は、責任体制がはっきりしていない、また相談はすべてボランティアとして行われているために、問題が起こらないごく親しい人の間でのみ運用されていることである。高度の専門医は、大学病院や専門病院にもいるものと思われるが、これらの専門医は、通常はこうしたネットワークには参加していない。このような自然発生的な医師間の支援は、はっきりとしたシステムとして運営しないところにその良さもあるので、その利点を保持しつつより広い専門医の参加も可能な方法を探ることが必要であろう。

② 高度化

外国では、内視鏡手術をセンター病院から遠隔地の病院に対しリアルタイムの映像伝送を行いながら支援することが次第に普及しつつあり、アメリカでは、エール大学、ジョンスホプキンス大学などが早くから実用化している。また、フランスのストラスブルグには、遠隔手術教育センターがあり、遠隔手術支援を常時行うと共に、多地点ビデオカンファレンスを併用して Virtual University と称している。

これに比して、日本では平成5年に学会でデモが行われたのが最初で、大阪大学を中心に近畿テレサージェリーネットワークが平成9年に設立されて参加病院の内視鏡手術に対し実際に支援を行っている。こうした方法は、まだ一般に普及するにはいたっていないが、近年、外科医の間にこの技術に対する関心が非常に高まっているので、この状況は2、3年の間に大きく変化すると考えられる。その際に、センター的な役割を果たす病院では、片手間にこれを行うことは不可能となり、外国の例に見るように組織としての対応が必要になるとと思われる。また、単に映像を見ながらの指導のみでなく、遠隔地から操作することもある程度可能となると思われ、かかる研究は今後盛んになるものと思われる。

③ 国際化

ヨーロッパでは EU の発足と共に国際間の遠隔医療は国家的なプロジェクトとなって研究され、また一部実用化されている。最近では、日本からも、米国、カナダ、ロシア、などとの間に遠隔医療を行う医療機関が出てきているが、回線費用や時差の関係でかなりの負担を伴って運営されている。

また、先進国のみならず開発途上国に対しても遠隔

医療や遠隔教育が有効と考えられ、実際に衛星を使った実験なども行われた。

今後の課題としては、実験的に可能であることを日常的なシステムにしていくことである。これは、技術的な問題ではなく、まず基礎に医療的な連携がなければ有効な遠隔医療はできない。従って、国際的な医療協力が日常的に行われるようになることがその前提である。日本では、研究上の国際協力は非常に多く行われているが、日常の医療における国際協力はそれほど多くなく、今後の課題である。

また、実際の国際プロジェクトではないが、外国の遠隔医療の実状を調査することは、日本の遠隔医療のあり方を考える上で参考になる。このため、米国の遠隔医療の支払制度についても調査した。この結果、MEDICAREでは現在医師過疎地域においては、コンサルテーションに対して料金が支払われており、既に日常の医療の中で定着していることが明らかとなった。

④ 遠隔教育との融合

多地点を結ぶカンファレンスや遠隔医療にカンファレンスを組み合わせることによって、遠隔医療だけよりも大きな効果をあげることができることがわかってきた。また、最近ではビデオオンデマンドが使えるようになったために、こうしたシステムで事前に情報のレベルをそろえておき、遠隔医療を行うことなどが可能になっている。

また、最近では、やや異なった使い方であるが、院内学級にテレビカンファレンスシステムを設置して学校や家庭と交信することも行われるようになっており、治療上も効果があると言われている。本研究では、信州大学病院を中心に実際に院内学級にこのようなシステムを設置し、その評価を行ったが、非常に有用であった。

2 遠隔医療の医療的・経済的評価

① 遠隔病理診断の経済的評価

平成12年4月から保険点数表に遠隔病理診断が付け加えられたことから、遠隔病理診断の中の術中迅速診断における受信側への料金支払の現状を調査した。

その結果、料金は、年単位で50万円を受信側に支払っているところ、1件15000円から5600円まで様々であった。現在の保険点数が2100点であることから、この半分の11000円の上下が妥当とする意見が多かった。しかし、現在料金が請求できるのは、受信側が特定機能病院である場合に限りされており、大学医学部の講座が受信側となっているような場合には、特定機能病

院とみなされなかった例などもあり、今後の料金算定可能な条件をより明確にしていく必要がある。

② 遠隔細胞診

細胞診の遠隔診断は、遠隔病理診断とはまた異なった問題を有している。このため、本年は特にその問題点について研究した。その現状と課題としては、通常はサイトスクリーナが行っている細胞診において、遠隔診断をどの段階で用い、またその責任体制をどう構築するかという問題である。米国などでは既にガイドラインができていますが、今後日本でも研究する必要がある。

③ 在宅医療の遠隔支援の評価

厚生省が行っている遠隔医療のモデル事業は、現在全国に10箇所ある。その遠隔医療の内容については、少しずつ違いがあるが、自宅にいる高齢者に対して診療所が医療上の支援を提供するという点では、すべての地域でほぼ同じである。

本年度は、これらの一部の地域についてより詳細な評価を行った。

第一の研究は、香川県豊浜町三豊総合病院のプロジェクトである。ここでは国保病院を中心に老人介護支援センター訪問看護ステーション、老人保健施設、などを運営しており、平成10年在宅遠隔医療を一部の家庭で実施した。対象患者は、10℃の脳血管障害、末期の悪性腫瘍、在宅酸素療法の患者などである。結果の患者側からの評価としては、患者家族の不安が軽減、訪問診療、訪問看護の準備が的確になる、緊急方針の対応、指示が的確になる、介護者同士の話が可能となり、精神的な負担軽減になるなどであった。

また、時間的に十分でないために上記を数字の上で実証することは困難であったが、鬱傾向の尺度であるSDSスコアにおいては、遠隔医療導入前と後では有意な差が出ている。

今後、遠隔医療により入院を減少させることが可能となれば、医療経済上の効果は大きい。

第二の研究は、岩手県釜石と福島県葛尾村における研究である。ここではWTP (Willing to Pay) の推計を行うことにより、在宅医療の経済的価値を測定した。これらの地域では、健康管理のために、うららと呼ばれる在宅システムが導入されている。この利用者296人に対し、測定したところ、WTPでは4670円と算定された。これは実際のシステムのコスト4167円よりも高く認識されていることになり、net benefit は503円であったことになる。これを更に回帰式を用いてその内容を分

析すると健康意識の高まりに最も高い価値が与えられた。

3 遠隔医療の技術的な課題の検討

① 標準化

遠隔医療における標準化に関しては、多くの課題があるが、現在必要とされているのは、遠隔病理診断などにおいて機種がことなつた装置のあいだでは画像が交換できなく、従つてコンサルテーションが不可能なことである。このため、画像連携のプロトコルの標準化が昨年から検討されていたが、本年それがNTTデータ、オリンパス、ニコンの三機種の間で標準化プロトコルができ、それが実装されて2000年10月名古屋で行われた国際病理学会で発表し、大きな反響を得た。現在、この三機種の遠隔医療は、沖縄、山形、京都で使われており、今後これらの施設の間に実用化されるための努力が続けられている。

このプロトコルの概要は以下のようなものである。

- i) 適用される画像として、放射線画像、病理画像、内視鏡画像などの白黒及びカラーのデジタル化された医用画像を対象とする。医用画像は診断装置から出力される一次的な画像と、一次画像を加工して作られた二次的な画像の双方を含む。
 - ii) ネットワークで接続された二つの装置間での1対1での画像連携を対象とする。
 - iii) 医用画像ならびに医用画像に付帯して直接画像上に表現される補助情報の端末間での連携的な表示に関わる事項のみを規定し、操作に関わるユーザインタフェース機能については規定しない。
 - iv) ネットワークのOSIの7層モデルの中の5層以上において、画像連携に関わる通信メッセージと通信プロトコルを定める。
 - v) セキュリティ機能については規定しない。
- としている。

② セキュリティ

遠隔医療のセキュリティについては、遠隔医療は大きくわけて遠隔診断・治療、遠隔カンファレンス、遠隔医療教育にわけることができる。遠隔診断・治療は医療クライアントである患者さんと医療従事者を遠隔医療の技術を用いて結び、診断・治療を行うもので、安全性という立場から見れば通常の医療機関内と同様のレベルの安全性が要求される。遠隔カンファレンスは医療従事者間の情報交換であり、患者プライバシーの保護が

ら見れば、ほぼ医療機関内と同じレベルの安全性が保証される必要がある。しかしこの場合は、扱う情報そのものからあらかじめプライバシー関連情報を取り除くことも可能であり、対面診療の代用である遠隔診断・治療とは多少異なる場合もある。遠隔教育は基本的には医療サービスプロバイダから市民または患者さんへのサービスであり、安全面からみれば情報の信頼性ももっとも重要なファクターと考えられる。

以上の分類は概念的なものであり、実際には種々の組み合わせが考えられる。例えば対面診療の代用である遠隔診断・治療でも患者さんは一人でも医療従事者側はある種のネットワークであることもありうる。機能的には遠隔カンファレンスとの組み合わせになる。また遠隔医療教育も双方向性の情報交換が行われる可能性があり、この場合は遠隔診断・治療と同様のプライバシー保護が必要とされる。したがって遠隔医療の機能的な分類から安全性を論じることはあまり適切ではなく、安全性の要素を分類し、通信形態を考慮して論じることが良いと考えられる。

③ 色の補正

在宅医療や病理診断など色を必要とする場合には、色の標準化が常に問題となる。本研究班では、高木は色票(CasMatch)を用いて簡単に色を補正する方法を考案した。

4) ガイドライン(案)の作成

遠隔医療のガイドライン(案)は、遠隔医療を行う上で基本となる原則を示したものであり、技術的な詳細を示したものではない。特に、医療における責任体制についての考察を記した。このガイドラインは、今後広く意見を求め、来年度に最終案をまとめる予定であるが、現段階でも、利用は可能であると思われるので、参考資料として付した。

D. 考察

研究結果の中で述べたように、新しい技術が定着するためには、技術の進歩のみでは不十分で、それを取り巻く医療的、社会的環境の整備が必要である。それをまとめるならば、法制度的環境、経済的環境、医療的環境、技術的環境、需要者側の環境などである。本研究は、その一部を研究し、問題点とその解決策を提案したが、最近では、環境が少しずつ整って、遠隔医療が実用化に向かっているのは喜ばしいことである。

しかし、遠隔医療に対する経済的な環境への改善は

平成12年度の点数改正で遠隔病理診断が公認されたほかはあまり大きな変化はない。この問題は、遠隔医療の費用負担の原則が確立していないところに最大の問題がある。

遠隔医療は、医療費の中から負担すべき部分、政策的に国や自治体が負担すべき部分、患者の精神的な安心など受益者が負担すべき部分などが混合しており、これを明確に分離して、その負担の原則を確立することが急務である。

また、一方で、遠隔医療が誤って使われないように今ガイドラインが必要とされており、本研究班はその案を作成した。この案を基礎に今後更に多くの人の意見を求めて、ガイドラインとしていきたい。

E 結論

新しい技術である遠隔医療の最近の新しい動向をその内容と技術の側面から調査し、それを踏まえて今後の遠隔医療が普及していくことを考えて、その実用化のためのガイドラインの作成を行った。

F 研究発表

学会発表

Shigekoto Kaihara, Telemedicine in Japan

2000年10月国際遠隔医療学会で発表(モントリオール)

分担研究報告書

医療情報のセキュリティに関する研究

分担研究者 山本隆一(大阪医科大学 病院医療情報部 助教授)

研究要旨 遠隔医療をはじめ、医療情報を電子化して利用するためには、安全性の確保は必須条件と考えられる。特にプライバシー保護はもっとも重要な課題で、技術的にも運用面でも考慮すべきことは多い。本分担研究ではセキュリティの確保とプライバシー保護の技術的な課題として認証および暗号化技術と利用者管理、情報の無名かについて調査・研究するとともに、米国の HIPAA 関連法の制定の状況とそれらに対する大学病院の対応方法を調査し、わが国でのセキュリティ確保のための総合的な対策とガイドラインの基礎資料を作成した。

A. 研究目的

遠隔医療は診療情報の電子化なしには達成できなが、遠隔医療だけではなく、診療の効率向上や、医療経済的な要求、さらには患者を中心とした診療情報の有効活用などの目的で、電子化は進みつつある。一方で、わが国ではややあいまいに扱われてきたプライバシー保護に関して、包括的な法律が制定されようとしており、また一般社会の関心も高まっている。プライバシー保護と電子化は直接関係するわけではないが、電子化による利用性の向上はプライバシー保護に大きな影響を与える。またプライバシー保護だけではなく、情報そのものの安全性も医療にとってはきわめて重大な課題であり、本分担研究でも技術的な課題を調査・研究するとともに、運用も含めた総合的な対策指針の作成を目標とした。そのために暗号化および認証の手法、利用者管理の研究、情報の無名性について研究するとともに、米国の HIPAA 関連法の整備状況および先進的な医療機関の対応を調査し、対策指針、すなわちガイドラインの基礎資料を作成を試みた。

B. 方法

1. 筆者らが開発した多段階認証機構をさらに発展させると同時に汎用的で廉価な DOS/V パーソナルコンピュータ1台ですべてのサーバ機能を実現できるようにパッケージ化し、大規模実証実験が可能な環境を整備した。
2. 職種、職能、診療情報に対するアクセス権などの利用者情報を単一施設内で、統合的に管理するための利用者管理サーバを構築した。本研究では IETF で標

準化が進められているネットワーク上のディレクトリサービスプロトコルである LDAP (Lightweight Directory Access Protocol)を用いることとした。

3. 2の組織内利用者管理サーバの情報の一部を広域ネットワーク上で多施設間で共有できるように、LDAP サーバの階層化と、LDAP サーバ間の通信のセキュリティ確保を TSL (Transfer Layer Security RFC2246)を用いて実装実験をおこなった。

4. 無名性に関しては大阪医科大学付属病院に32万人分の蓄積された診療情報項目を用い「電子化された診療情報交換のためのデータ項目セット(以下 J-MIX)」を用いて整理し、その無名性を検討した。この研究自体のプライバシー保護のために、氏名は無作為の文字列に変換し、ID 当の識別コードは無作為コードに置換した。住所は検討項目に入るために、実データを用いたが、集計データのみを研究資料として残し、実データは本来のデータベース以外には保存していない。無名性の指標として、データ項目の組み合わせによって特定可能な集合の最小人数を採用し、最小特定人数と命名した。いくつかの項目、および項目の組み合わせに対して、最小特定人数を実計算した。

5. 米国 HIPAA 関連法と医療機関の対応については、Academic Medical Center の HIPAA Security and Privacy Workshop にメンバーとして参加し、AMC のガイドライン作成に直接携わることで、法案の整備状況の調査と医療機関の対応を調査した。

C. 結果

1. 暗号化機構の研究

多段階認証機構は DOS/V 機で UNIX 系 OS である FreeBSD 上にすべての機能を実現することができた。PentiumPro 133MHz のパーソナルコンピュータを用いて実装の上、パフォーマンスを調べたが証明書発行、証明書検索、暗号化、電子署名のいずれの機能も数百人程度の利用者数では十分なパフォーマンスを示した。

2. 利用者管理の研究

利用者認証サーバは OpenLDAP サーバを Pentium PRO 133MHz のパーソナルコンピュータで FreeBSD 上に実装し、複数のクライアントを用いて実験をおこなったが、千人程度の利用者情報では全ての処理を 0.1 秒以内に行うことを確認した。また TSL を SSLey パッケージを用いて追加実装し、サーバ間およびサーバクライアント間で認証と暗号化が問題なく行えることを確認した。99年度は LDAP v2 を実験に用いたために、サーバ間の直接連携を行うことができなかった。しかし 2000 年度には LDAP v.3 を利用し、サーバ連携にも成功した。これによって問題点はほぼ解消でき、実用的な利用者管理サーバが構築可能なことを示した。なお、共同研究者の坂本はこの実験システムを発展させ、国立大学共通ソフトの利用者管理サーバを作成している。

3. 無名性に関する研究:

大阪医科大学付属病院に過去5年間に受診した約32万人分の診療情報を対象に特定の項目およびその組み合わせで最小特定人数を計算した結果の一部を表1に示す。

表1

患者.生年月日(年、月、日)	:30.6人
患者.生年月日(年、月、日) +患者.性別	:15.3人
患者.生年月日(年、月)	:368人
患者.生年月日(年、月) +患者.性別(女性)	:152人
患者.年齢(60歳)	:2万5千人
患者.住所(高槻市)	:12万8千人
患者.住所(高槻市安岡寺)	:4332人
患者.年齢(60歳)+患者.性別(女性)	:1万1千人
" +患者.住所(安岡寺)	:1170人
" +保険適用.傷病.名称(胃がん)	:89人

どの程度の最小特定人数で無名化されたと判断するかは、本研究の結果だけでは決めることができないが、無名性が連続量であり、ポリシーや実験指針で決める必要があることは明白である。また無名性には母集団の偏りに影響を受ける。表1の住所を含む項目の組み合わせでは、日本全体と比べて特定の住所が突出して多く見られ、それゆえ、最小特定人数が大きくなっている。男女比や年齢分布なども影響を受けることが予想され、表1の結果でも年齢はわが国の年齢分布とは異なることが容易に類推できる。このように、最小特定人数は母集団によって影響を受けるために、易学的研究などでは、対象母集団ごとに計算することが必要である。

4. 米国 HIPAA 関連法案と医療機関の対応の調査

AMC (Academic Medical Center) は米国の診療情報の電子的交換を研究している WEDI (Working Group of Electronic Data Interchange) の関連団体であり、大学の教育関連病院の情報部門が参加している。AMC で HIPAA 関連法案のうち、Security と Privacy に関して Guideline を作成することになり、Internet2 などのメンバーも参加し、2000 年10月から4回の会議が開催された。その会議に開原主任研究者と医療情報システム開発センターの桐生課長の推薦で、検討メンバーとして参加し、ガイドラインの作成に直接携わった。現在ガイドラインは Final Draft の状態までできており、研究成果の一部として添付する。

HIPAA は 1996 年に制定された診療情報の経済的処理を電子的に行うための法律であり、実施にあたり、データ交換のための規則、安全性確保のための規則、プライバシー保護のための規則などが制定されることになっていた。2000 年にデータ交換のための規則とプライバシー保護のために規則が公表され、安全性確保のための規則は 2001 年に公表される予定である。この中でプライバシー保護規則は電子情報だけでなく診療情報全体を扱う広範囲な規則となった。米国の医療機関および医療保険関連機関はこれらの規則に適合する必要があるが、規則の解釈と具体的な対応のガイドラインが求められている。全米病院協会など、いくつかの組織がガイドライン作成を表明しているが、AMC がもっとも早くから取り組み、また検討に参加する構成員も充実している。HIPAA および関連規則(一部はドラフト)を分類整理し、対象項目ごとに解説を加え、具体的な対策を最低限の対策と望まれる対策の2つのレベルで記載するという方法で、ガイドラインの作成にあたった。

本研究の目的はわが国でのガイドライン作成であり、現在制定を予定されている個人情報保護に関する基本法は包括的なものとなると予想されている。これに対して米国の HIPAA 関連規則はきわめて具体的で詳細なものとなっている。従って、AMC のガイドラインそのものはわが国に適用することは難しく、むしろ、HIPAA 関連規則そのもの、およびその解釈がわが国でのガイドラインの基礎資料としての価値が高い。AMC で作成中のガイドラインには HIPAA のセキュリティとプライバシーに関する関連規則を整理したもの、および、その解釈が含まれている。

HIPAA のセキュリティおよびプライバシーに関する規則とその解釈について本報告で詳細に述べることはできないが、例えばプライバシー保護については、組織内に責任者をおき、ポリシーや運用規則を明文化するなど、そのままわが国のガイドラインとして適用可能なものが多い。また複数の関連機関の関係や、学術利用、公益的利用などにも詳しく触れており、わが国のガイドラインや行政課題の資料としても有用である。

D. 考察

1. 認証と暗号化に関する研究

多段階認証機構は現状ではあまり性能が高いとはいえない DOS/V 機の Freeware の UNIX-OS で十分な性能を示した。これは公開鍵暗号に用いた楕円曲線暗号が RSA 暗号に比べて処理速度が格段に速いことを反映したものと考えられる。サーバを安価に構築できることは代替機の用意ができる点などの可用性の向上に寄与すると考えられる。本機構は直接医療収入に結びつく可能性が低く、その点でも評価できるであろう。CD-ROM 一枚ですべてのソフトウェアが収録可能で、中小病院や地区医師会などの小規模施設を含めて大規模な実装実験を早期に実施する予定である。

2. 利用者管理に関する研究

利用者認証サーバは汎用の LDAP を用いて目的とした機能の大部分は実現可能なことを示した。多施設間の利用者情報の部分的共有は LDAP v.2 では十分には達成できなかったが、LDAP v.3 を利用することで、想定した必要機能が実現可能なことを示すことが出来た。本実験には商用のソフトウェアである Netscape Directory Server を用いたが、最近になり Open source のフリーウェアである Open LDAP が LDAP v.3 仕様となり、経費面でも問題はなくなった。

3. 無名性に関する研究

無名性の不十分さと危険性は同一ではない。例えば最小特定人数を10名に限定できたとしても、そこから個人を特定するためにはかなりの努力が必要である。また1名に限定されうるとしても実際の個人と結びつけるためにはそれなりの調査が必要なことは明らかである。しかしながら、例えば社会的に影響の強いデータが含まれて個人特定への関心が強くなる場合などはやはり危険と考えるべきであろう。したがって扱うデータによって無名性への配慮を調整する必要があるが、それには定量的な尺度が必要である。本研究では最小特定人数と無名性の尺度として用いることとした。最小特定人数は母集団のデータベースがあれば計算可能であり、これを明確にすることによりデータの無名性が定量化できる。例えば扱う項目が一般的なもので、個人識別への興味が低いと考えられるので、最小特定人数を5に設定する、といった表現が可能になる。

無名性が定量化できれば、調査の際の個人への了解の程度などに広く応用可能と考えられる。

4. 米国 HIPAA 関連法案と医療機関の対応の調査

わが国でも医療におけるプライバシー保護の重要性はかねてから指摘されてきたが、国レベルでは公務員をのぞけば個別の職種法で守秘義務が規定されているだけで、例えば病院事務職などは守秘義務が規定されていない。それでも大きな社会問題が生じなかったのは紙ベースの診療記録の利用性の悪さが結果的に情報へのアクセスの難しさとなり、プライバシーが守られてきたことによる可能性が高い。しかし電子化情報では利用性は飛躍的に向上し、そのこと自体は電子化の利点であり、目的でもあるが、その結果として紙ベースの記録が自然に持っていたプライバシー保護能力は期待できなくなる。したがって本格的な医療情報の電子化時代を迎えるにあたって、プライバシー保護対策を再考することは重要であり、基本法制定も良い機会をとらえることができる。米国でも同時期に同じ問題が生じており、HIPAA 関連法案はわが国に比べてわずかではあるが時間的に先行しており、これを研究することは時期の点からも重要と考えられる。HIPAA 自体は米国の複雑な医療保険の仕組みによる膨大な事務経費を合理化する目的で制定されたものであり、制度が異なる日本では直接には参考にできない。しかし HIPAA を実施するためのデータ交換、セキュリティ、プライバシー保護の各規則は参考になることが多く、特にセキュリティ、プ

ライバシーについてはわが国もほぼ同じ問題をかかえており、重要な研究対象と考えられる。

米国にもプライバシー保護に関する基本的な法律はあるが、従来医療は州の管轄であり、国レベルでの議論は少なかった。しかし電子化された診療情報は容易に州境を超えるために、合衆国レベルでの規制や議論が必要になったと考えられる。

さて、わが国には現時点ではプライバシー保護に関する包括的な基本法が制定されようとしている。これはあくまでも基本法であり、個別の分野では基本的に自主規制で法の基本法則を実現することを求めているように言われている。従ってわが国で診療情報のセキュリティやプライバシー保護のガイドラインを作成する場合、米国の関連規則に相当するものを作成する必要がある。もちろんその一部はわが国でも規則にする必要があるかもしれないが、基本的にはガイドラインとして対応していく必要がある。つまり米国では法規則であるものを、ガイドラインとするわけで、ガイドラインの役割は大きいと言える。それだけに網羅的で明解なものを作成する必要がある。本研究で調査した HIPAA 関連規則や AMC のガイドラインはそのための良好な資料であると考えられる。

E. 結論

多段階認証機構の大規模実装実験の準備を終了した。利用者管理サーバは LDAP で実現可能なことを示した。診療情報を交換や二次利用する場合、プライバシーを保護が重要である。そのためには適切な無名化を行うか、暗黙または明に了解を得た上で、不必要なプライバシーの侵害がないように運用しなければならない。これを達成するためには、無名性を定量的に評価し、また混乱なく運用できるようにするためのガイドラインを作成する必要がある。無名性の定量化には最小特定人数の計算が有効であるし、ガイドラインの作成には米国の HIPAA 関連規則や AMC などの医療機関の団体が作成するガイドラインが有用な資料となる。

F. 発表

1. 論文発表

山本隆一:医療情報のセキュリティ:システム/制御/情報; 2000;vol. 44;pp576-582

山本隆一、他:広域ネットワークを用いた診療情報交換

のための暗号化および認証機構の開発と評価医療情報学;vol.18 251-258, 1998

2. 学会発表

○吉田真弓、山本隆一、他:本学の学術情報ネットワークの利用者管理とパスワード認証の有効性;第19回医療情報学連合大会論文集; pp 318-319; 1999

○山本隆一:病院情報システムのセキュリティの運用と技術、第18回医療情報学連合体会 1998 神戸

○N. Sakamoto and R. Yamamoto: An Integrated Authentication Model for Wide-Spread Electronic Patient Record Using Lightweight Directory Access Protocol, TEPPRA'99 1999 Osaka

○山本隆一、他:診療情報の無名性の定量化に関する研究:第20回医療情報学連合大会、2000、浜松。

分担研究報告書

遠隔医療技術における標準化に関する研究

分担研究者 秋山 昌範 (国立国際医療センター第5内科医長)

研究要旨 遠隔医療における標準化に関して、通信プロトコルの問題と、コンテンツの問題に大別される。前者に関しては、IS&C 委員会のワーキンググループ(WG)9において、検討された。IS&C 委員会の標準化委員会の WG9 において、通信プロトコルの審議が終了しており、その成果は画像連携プロトコル規格書として、公開されている。この規格は、ネットワークで接続された 2 台の端末間において行われる医用画像を用いた画像連携機能に関して、基本的なメッセージとプロトコルを規定しており、数社が対応済みのシステムを販売していることから、通信プロトコルに関しては、ほぼ解決していると考えられる。遠隔医療におけるコンテンツの標準化について、画像に関しては、DICOM がデファクトスタンダードとなりつつある。DICOM は、放射線画像以外にも、病理や内視鏡などの可視光画像も規格化されており、ほとんどの医用画像に対応できるようになっている。以上のように、遠隔医療技術の標準化作業では、通信プロトコルの標準化に関して、ほぼ達成されている。また、画像フォーマットも DICOM が普及し標準化されつつあるが、レポートの標準化に関して、我が国では内視鏡以外の検討はほとんど行われておらず、今後の検討が必要と考えられた。

A. 研究目的

遠隔医療における標準化に関して、通信プロトコルの問題と、コンテンツの問題に大別される。両者に関し、現状における標準化について、調査研究を行った。

B. 研究方法

通信プロトコルの問題に関しては、IS&C 委員会のワーキンググループ(WG)9において、検討された。IS&C 標準化委員会の WG9 において、通信プロトコルの審議が終了しており、その成果は画像連携プロトコル規格書として、公開されている。この規格について、実用性や普及について検討した。また、コンテンツに関しては、画像フォーマットと所見情報に分けて検討した。

C. 研究結果

1) 画像連携プロトコル

IS&C 標準化委員会の WG9 の画像連携プロトコル規格は、ネットワークで接続された 2 台の端末間において行われる医用画像を用いた画像連携機能に関して、基本的なメッセージとプロトコルを規定しており、下記の条件の範囲において適用される。

(1) 適用される画像として、放射線画像、病理画像、

内視鏡画像などの白黒及びカラーのデジタル化された医用画像を対象とする。医用画像は診断装置から出力される一次的な画像と、一次画像を加工して作られた二次的な画像の双方を含む。

(2) ネットワークで接続された二つの装置間での 1 対 1 での画像連携を対象とする。

(3) 医用画像並びに医用画像に付帯して直接画像上に表現される補助情報の端末間での連携的な表示に関わる事項のみを規定し、操作に関わるユーザインタフェース機能については規定しない。

(4) ネットワークの OSI の 7 層モデルの中の 5 層以上において、画像連携に関わる通信メッセージと通信プロトコルを定める。

(5) セキュリティ機能については規定しない。

としている。また、本規格は、その規格を定義するために、さまざまな DICOM および IS&C 関連の仕様書を参照している。

以上のような、概念で画像連携コマンドプロトコル規格書が定められており、数社が対応済みのシステムを販売していることから、通信プロトコルに関しては、ほぼ解決していると考えられる。

2) 遠隔医療における画像フォーマットの問題と標準化

～特に消化器内視鏡について～

遠隔医療におけるコンテンツの標準化については、通信プロトコルの項でも参照していたように、DICOM がデファクトスタンダードとなりつつある。また、DICOM においては、放射線画像以外にも、病理や内視鏡などの可視光画像も規格化されており、ほとんどの医用画像に対応できるようになっている。しかし、消化器内視鏡に関しては、多少問題点も残っている。消化器内視鏡はすでに電子化されたが、モニターに表示させるまでの過程ですべて一旦アナログ(NTSC)化されており、ファイリングシステムも同様である。つまり、CCD の信号をアナログ処理し、さらにデジタル化(DAD 変換)している。また、文字コードや検査属性情報、ファイルフォーマット、通信プロトコルはメーカー毎に独自規格となっており、ネットワーク内に他社の製品を直接繋ぐことはできず、共有化するためには1社ずつのファイリング装置にそれぞれ対応するゲートウェイを必要とする。一般に普及させる際には、圧縮法やファイル形式もメーカー間で互換性を持たせるよう調整が必要である。国際的な動向である DICOM と整合性を持つファイル形式、その中味の文法、コードなどの標準化も必要である。内視鏡部門の DICOM も、放射線などの他の画像と基本部分は共通である。すでに、The American Society of Gastrointestinal Endoscopy (ASGE) により、内視鏡分野も DICOM 準拠とする方針が打ち出された。それを受け DICOM 規格の補遺 15 として、「DICOM suppl.15: Visible Light Image, Anatomic Frame of Reference, Accession, and Specimen for Endoscopy, Microscopy, and Photography」が提唱された。これには、カラー可視光画像、すなわちアナログ画像に関する細かい規定が述べられている。内視鏡だけでなく、顕微鏡や光学写真の分野も含まれるため、米国放射線学会(AOR)、米国消化器内視鏡学会(ASGE)、米国病理学会(CAP)などが参加して決められたものである。内容は、可視光複数フレーム画像や解剖学的基準フレーム、顕微鏡スライド座標系の意味的内容、並びに、内視鏡、顕微鏡、光学写真に特殊化された装置の属性を規定している。また、オーダー情報も規定できるようになっている。ネットワークやディスクなどの媒体への保存や交換の際に使用できるものである。これらは、詳細に規定されているので、内視鏡画像を保存する際には、画像処理や再現性などの点からデジタル方式である DICOM が有利なことは明らかである。しかし、現行ではアナログ(NTSC)方式で記録されている施設も多い。これは、フ

ルカラーデジタル(RGB)の場合、640×480 画素で1枚あたり 921.6KB と圧縮を使わない場合に大容量になってしまう問題点による。そこで、アナログの方が小さい容量ですむという理由で採用されている。また、費用の問題から現状の多くは非可逆圧縮で保存されているが、DICOM で非可逆圧縮は認められていない。現在圧縮法については、JPEG が広く用いられている。しかし、非可逆圧縮には問題点があり、完全復元が出来ないことにより臨床的にどの範囲まで圧縮できるかの閾値を設定するためのパラメーターの選択が困難である。また、ファイルに診断情報や属性(付加)情報が入っていない場合、画像劣化が非可逆圧縮によるものか元々原画像の画質が悪いのかの判断が困難であることも問題である。特に、内視鏡画像の場合はアナログカメラから出発した点で、生い立ちからデジタルである CT、MRI、エコーなどの放射線画像に比べ、客観化が困難である。

一方で、専門医レベルにおいて、非可逆圧縮画像でも診断上問題ないと言う報告もされており、現状で多くは非可逆圧縮で保存されている。そこで、DICOM において非可逆圧縮を認めないのであれば、標準化に当たっては暫定的な規格が必要になると思われる。また、デジタルから NTSC にアナログ変換した画像を DICOM 化する場合でも、キャプチャーをどのレベルで行うかは、メーカー間で統一されていない。これは、デジタル生データをそのまま画像化しているわけではなく、ノイズを処理するなどのさまざまな画像処理を施し、アナログモニター画像化されている。レポートについては、DICOM 規格よりも MST が標準化に適していると考えられており、この件は次項で説明する。

3) 画像レポートの標準化

遠隔医療におけるコンテンツの標準化について、フォーマットは DICOM がデファクトになったといえるが、画像レポートの標準化も重要である。前述したように、DICOM は構造化レポートの規格化(補遺 23)も提言されたが、普及しなかった。そこで、単純化したレポート形式が提唱されているが、まだデファクトにはなっていない。一方、内視鏡分野では所見記載を重視した用語集が規格化され、それを DTD 化することにより、レポート形式の標準化作業が行われているので、その MST (Minimal Standard Terminology)の現状を調査した。

1. 背景

コンピュータの普及が進むにつれ、内視鏡所見についての電子的記録方法が注目されるようになってきた。従来の内視鏡所見においては、手書きであったり、フリ

一タイプであったため、診療結果のデータベース構築や、統計的解析を十分に実施することが困難であった。

そこで ESGE(ヨーロッパ消化器内視鏡学会)を中心に、ASGE(アメリカ消化器内視鏡学会)及び JGES(日本消化器内視鏡学会)が加わり、所見記載を重視した用語集 MST(Minimal Standard Terminology)を構築した。基本的考えとして、全世界的に使用することを目的とした為、用語数を必要最小数(約 250 語)に絞り、使用頻度1%以下の用語は取り入れず、出現頻度1%以上の用語を MST として採用することとしている。

MSTは、内視鏡検査の施行理由、機種及び術式、所見、処置、診断より成り立ち、それぞれに対して必要な用語及び解剖学的用語を選定してある。欧米の多数の施設でテストした結果、修正が加えられ、MST Version2.0 として公表され、現在もフィールドテストが継続されている状況である。日本に於いても日本消化器内視鏡学会の附置研究会の1つである「デジタル画像研究会」を中心に MST Version2.0 のフィールドテストが開始されている。

2. MST Version2.0 の検討施設

オリンパス製内視鏡画像ファイリングシステム EVIS-NET を使用して、MST Version2.0 を基本とした内視鏡所見入力のフィールドテストを実施した。実施した施設名を以下に示す。

- ① 国立国際医療センター
- ② 県立がんセンター新潟病院
- ③ 国立がんセンター
- ④ 山梨医科大学病院
- ⑤ 大阪鉄道病院
- ⑥ 大阪成人病センター
- ⑦ 筑波大学病院

3. 結果

フィールドテストを実施した結果、所見の記入については「内腔の状態」「内容物」「粘膜」「平坦病変」「隆起性病変」「陥凹性病変」に分類されており、記載漏れのない所見の入力が可能であることが確認された。しかし診断名の記入に於いて、MST Version2.0 では胃癌取り扱い規約分類、早期胃癌分類、ポリープ分類等が不足しており、日本において普及させる為にはこれらの用語を追加する必要があるという見解が出され、今後の検討課題となっている。

4. MST Version2.0 の日本語化

なお、MST Version2.0 の日本での更なる普及の為に

は、MST Version2.0 の日本語化が必須であると考えられ、内視鏡学会を中心として日本語化作業が進められている。

以上のように、内視鏡分野ではレポートに関しても標準化作業が進んでいるが、病理や放射線分野では、まだまだ進んでいないと思われる。内視鏡分野も、欧米に比べ、日本での認識率は低く、今後の課題として、レポートの用語や構造の標準化が必要と考えられた。

D. 考察

以上のように、遠隔医療技術の標準化作業では、通信プロトコルの標準化に関して、ほぼ達成されている。また、画像フォーマットも DICOM が普及し、標準化されつつある。しかし、内視鏡の標準化を進めるために残された問題として、保険診療制度の中での位置づけも重要である。現状で内視鏡は検査処置のみが診療報酬制度に組み込まれているだけで、保存メディアは前述した 16mm フィルムの現像料や郵送料を実費請求できにすぎない。したがって、電子保存する際のメディアは診療機関負担となる。今後、電子画像保存や電子診断が診療報酬制度の中に組み込まれることが DICOM 標準化や診療機関連携の大きな動機付けになると思われる。

一方、レポートに関しては、DICOM において構造化レポートの規格化(補遺 23)も提言されており、医療画像全体の規格となっている。遠隔医療におけるレポートの標準化には用語の統一の問題も避けて通れない。しかし、放射線や超音波画像などにおいては、用語集などは、各学会より発行されているが、構造化されておらず、レポートに使用されている頻度も低いようである。しかし、内視鏡の所見に関しては、日本消化器内視鏡学会において、病変部位、サイズ、形態、などの所見の統一化を図った規格である The European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) の minimal standard terminology (MST)を採用している。さらには、病院情報システムとの接続も視野に入れており、予約情報や、実施情報のやり取りも可能になってきている。なお、画像に関しては、すでに国立国際医療センターをはじめ10以上の施設で DICOM 化されている。が、レポートの標準化に関して、我が国では内視鏡以外の検討はほとんど行われておらず、今後の検討が必要と考えられた。

E. 結論

遠隔医療技術の標準化作業では、通信プロトコルの標準化に関して、ほぼ達成されていた。また、画像フォーマットも DICOM が普及し、標準化されつつあるが、レポートの標準化に関して、我が国では内視鏡以外の検討はほとんど行われておらず、今後の検討が必要と考えられた。

F.研究発表

1.論文発表

M.Akiyama: Endoscopic image filing and reporting system connecting to the pathology image and reporting system with DICOM, Toward an Electronic Patient Record '99, Vol.1 903-906, 1999, Medical Records Institute, Newton, MA USA.

秋山昌範: 情報交換システムや電力カルテシステム構築に際しての規格の標準化、消化器内視鏡 12 (10):1349-1356,2000

2.学会発表

秋山昌範: 内視鏡診療と診療録の電子保存(電子カルテ)、第2回内視鏡におけるデジタル情報管理に関する研究会、神戸、10月、2000.

分担研究報告書

遠隔医療・在宅ケアの経済効果の推計に関する調査研究
—WTPによるアプローチ—

分担研究者 前田知穂(京都府保健環境研究所長)

研究協力者 辻 正次(大阪大学大学院国際公共政策研究科教授)

研究要旨:本研究では、(1)釜石市楽山会せいてつ記念病院における在宅健康管理システム、(2)福島県葛尾村での在宅健康管理システム、(3)京都府久美浜町国保久美浜病院における遠隔放射線診療、これら三つを事例として取り上げ、それぞれについて遠隔医療の経済効果を具体的に推計した。その分析方法は、(1)と(2)に関しては WTP に関するアンケート調査を基礎とする推計、(3)に関しては直接関係者へのヒアリング調査である。(1)および(2)においては、在宅健康管理機器の需要曲線を、質問した WTP の金額と回答人数から推計し、得られた需要曲線から所望の消費者余剰を求めた。それは釜石市では住民一人 4,519 円、葛尾村では住民一人 1,570 円と推計された。(3)久美浜病院での遠隔放射線診療の経済効果については、代替法を援用し、現行の遠隔放射線診療システムの運用費用と、導入以前のシステムとの費用格差を便益として算定した。平成 12 年度では運用経費は 2,343,861 円であった。これと同水準のサービスを、以前の京都府立医科大学の放射線専門医が週 1 回久美浜病院へ読影に出張して行う場合、交通費を含めて年額 4,417,000 円の費用が必要となり、この費用の差額 2,073,139 円が純便益となる。

さらに(1)の回帰分析を応用することにより、在宅健康管理システムの費用のあり方が分析できる。その結果、自己負担は 2,763 円、保険(公費)負担は 389 円となった。現在、在宅健康管理システムの運用について介護保険の適用を求める要望が強いが、せいてつ記念病院の事例では、保険から1人当たり 389 円を支給してもよいことになる。

キーワード:在宅健康管理システム、遠隔放射線診療、WTP、消費者余剰、自己負担、保険負担

A. 研究目的

本研究は、(1)釜石市楽山会せいてつ記念病院における在宅健康管理システム、(2)福島県葛尾村での在宅健康管理システム、(3)京都府久美浜町国保久美浜病院における遠隔放射線診療、これら三つの遠隔医療・在宅ケアを事例として取り上げ、それぞれについて遠隔医療の経済効果を具体的に推計するものである。岩手県釜石市楽山会せいてつ記念病院の在宅健康管理システムのユーザーに関して実施したアンケート調査に基づいて、その経済評価を行うものである。アンケートでは、同システムのユーザーが、そのサービスをどれほどの金銭的な価値があると見なしているのか、WTP(willingness to pay)を聞いた。この方法は、近年環境や医療など、市場での評価にな

じまない分野でのサービスの便益を測るものとして注目を浴びているものである。

本稿ではさらに、計測された便益に対応して、その費用負担のあり方、例えば、ユーザー自身、あるいは社会保険や自治体負担など、いずれの主体がどれだけの金額を負担すべきかを分析する。

B. 研究方法

(1)釜石市楽山会せいてつ記念病院における在宅健康管理システムおよび(2)福島県葛尾村での在宅健康管理システムについては、在宅健康管理機器のユーザーについて、その機器を使用するに当たっていくらまで支払ってもよいか、アンケート調査を行った。一般的にWTPの質問形式として、Open-ended方式の

ものとClose-ended方式の二つがある。前者は自由回答方式、後者は質問の金額に対して支払ってもよいかどうか回答者が金額を自由に答えるものである。この両者については、いずれが正確にWTPを顯示するか議論の分かれるところであるが、(1)では後者を、(2)では前者を選択した。

Close-ended方式によるWTPの質問に当たっては、最初にいくら金額から問い始めるかが、結果に影響を与える。いわゆる初期値問題が生じる。つまり、回答者は最初の金額に引きずられ、以後の回答がそれにより影響を受けるからである。そこで本調査では、初期値としてまず、5,500円を設定した。その理由は、次の通りである。まず、現在ユーザーが支払っている料金の2,500円を基準に1,000円きざみの回答を得たいと考えたこと、さらにほとんどの回答が10,000円から0円の間にくると考え、最初にその中間付近を提示すべきと考えたからである。

(2)葛尾村では、回答者が自己のWTPを自由に記述するOpen-ended方式を採用した。また、(3)久美浜病院での遠隔放射線診療の経済効果については、実地調査を行い、関係者に直接面談するヒアリングを行った。さらに遠隔放射線診療の経済効果を、いわゆる代替法により推計した。つまり、現行の遠隔放射線診療システムの運用費用と、導入以前の遠隔医療を用いないシステムとの費用格差を便益として算定した。

C. 研究結果

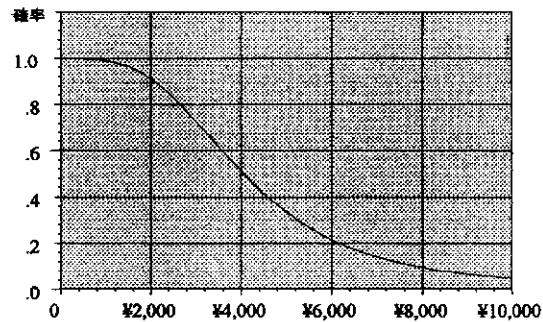
ここでは(1)せいてつ記念病院での分析結果を中心に説明する。まず、回答者のWTPの分布は表-1に要約されている。

表-1 WTP 回答度数分布

WTP	10,000	8,000	7,500	6,500
人数	16	1	12	11
WTP	5,500	4,500	3,500	2,500
人数	62	8	69	112

以上のWTPの度数分布に基づいて、WTPを厳密な方法から求めてみよう。まず、在宅健康管理機器の需要曲線を、それはロジスティック曲線であると仮定して推計する。その結果、図-1のような需要曲線が得られた。この需要曲線の下部分を積分すると、所望の消費者余剰が求まるが、それは4,519.16円となる。

図-1 推計された需要曲線



同様の分析を(2)葛尾村に適用すると、そこでのWTPは住民1人当たり1,570円と推計された。

(3)久美浜病院での遠隔放射線診療の経済効果については、現行の遠隔放射線診療システムの運用費用と、導入以前のシステムとを比較した。前者に相当する平成12年度での運用経費は2,343,861円であった。これと同水準のサービスを、以前の京都府立医科大学から放射線専門医が久美浜病院へ読影に出張することにより供給しようとする、それは週1回の出張が必要となり、交通費を含めて年額4,417,000円の費用が必要と算定される。以上の結果により、両者の費用の差額2,073,139円が遠隔放射線診療の経済効果となる。

D. 考察

前節で展開した回帰分析を用いて、在宅健康管理システムについて、誰がその費用を負担すべきか、望ましい費用負担の方法を検討してみよう。

費用負担を明確にするために、回答者への質問項目のなかで、その効果が回答者自身に帰属するものと、効果が地域社会やコミュニティ全体に及ぼす、いわば「外部効果」をもつものを抽出してみる。前者の例として、①健康意識の高まり、②生活不安の解消を取り上げる。この両者は、いずれも本人自身にとって望ましい効果である。後者の例とし、③健康状態・病状の安定、④医療費の減少を取り上げる。もちろん、これら二つは、住民一人一人にとって望ましい効果であるが、それに加えて、医療費等の減少という社会的な効果をもつものと解釈することも可能である。

以上の議論を踏まえ、各ユーザーのWTPを、上記四つの項目との回帰分析を行った。その結果は表-2に示されている。

表-2 WTP と効果との回帰分析

	係数	標準偏差	t値	p値
1	978.97	298.56	3.28	0.001
2	2612.89	224.06	11.66	0
3	1535.72	264.25	5.81	0
4	767.92	701.80	1.09	0.275

1. 生活の不安の解消、2. 健康意識の高まり、3. 健康状態・病状の安定、4. 医療費の減少

この回帰分析で推計された各要因の係数を、金額で表示すると次の表-3のようになる。

表-3 各効果の金銭的価値

効果1(生活の不安の解消)	929円
効果2(健康意識の高まり)	1834円
効果3(健康状態・病状の安定)	349円
効果4(医療費の減少)	40円

いま効果1と2が自己負担、効果3と4が保険ないし公費負担としたので、それぞれに対応する金額は次のような結果となる。

保険対象価値(効果3+4)	389円
自己負担対象価値(効果1+2)	2763円

以上、自己負担は2,763円、保険(公費)負担は389円ということになり、WTP4,519円との差額は、上記いずれでもない他の要因に帰属することとなる。この費用負担の分析から、せいてつ記念病院での現行料金2,500円は、分析から得られたユーザー負担分2,763円と極めて近似した値をとっていることがわかる。

E. 結論

本研究では、WTPのアンケート調査を基に回帰分析を適用し、在宅健康管理システムの経済価値を金銭的に求めた。WTPの中には、ユーザーの安心感といった効果も含まれている。本稿で検討したいずれのケースでも経済効果は大きいものとなっている。

現在、在宅健康管理システムの運用やそのサービス需要に対して、介護保険の適用を求める声が自治体からあがっている。在宅ケアや在宅健康管理システムは、自治体が住民福祉サービスの一環として無料

で提供しているところが多いが、有料であるせいてつ記念病院の事例は例外的ともいえる。この問題に対して本研究は、経済効果の分析から、保険適用は十分合理性が存在することを証明した。

E. 研究発表

1. 論文発表

辻・宮原・手嶋「マルチメディアを用いた在宅医療の経済効果」『平成10年度情報通信学会年報』, pp. 17-33, 1999年.

Tsuji, M., M. Teshima, M. Mori "Applications of Telecommunications and Multimedia Technology in the Fields of Medicine and Education: An International Comparison based on Field Research of Local Governments," *Osaka Economic Papers*, Vol. 49, No. 1, pp. 1-21 September, 1999

辻・田岡・手嶋「情報技術・教育改革と遠隔教育」『情報通信学会誌』Vol. 17, No. 3, pp. 109-23, 2000年5月

辻・田岡・手嶋「高齢化社会における医療・保健・介護のネットワーク構築と連携」『生活経済学研究』第16巻, pp. 243-51, 2001年3月

2. 学会発表

"The Role of Tele-Medicine in the Aging Society," Annual Meeting of Association of American Geographers, Honolulu, Hawaii, March 1999

「マルチメディアを応用した在宅医療の経済効果」第3回遠隔医療研究会、1999年4月

"A Forecasting of Economic Effects of Tele-Care at Home Based on Telecommunications Technology," International Symposium of Forecasting '99, Washington D.C., USA, June 1999

「高齢化社会における医療・介護・保健・福祉ネットワークの連携のあり方」生活経済学会平成12年度研究大会、広島修道大学、2000年4月

「在宅健康管理システムの経済効果と実用性の比較研究」第4回遠隔医療研究会、2000年8月

「遠隔医療在宅ケアの経済効果:高齢者の社会的入院費用削減」第20回医療情報学連合大会、2000年11月

分担研究報告書

遠隔教育の応用と評価

分担研究者 山口直人(国立がんセンター研究所がん情報研究部長)

研究要旨 医学、医療における遠隔教育は、遠隔医療とともに発展しつつある情報通信技術の医学応用として大きな期待が寄せられている。本年度は、特にインターネットを利用した遠隔教育の可能性について、検討を行った。その結果、技術面では回線帯域幅、回線遅延とパケットロスの問題から考えて、現状の日本のインターネット環境では、1対1TV会議、多地点TV会議ともに実現は困難であることが明らかとなった。今後のインターネットの高速化が期待される。

A. 研究目的

医学、医療における遠隔教育は、遠隔医療とともに発展しつつある情報通信技術の医学応用として大きな期待が寄せられている。そこで本分担研究では、医学・医療における遠隔教育の実態と問題点を考察し、医学・医療における遠隔教育の今後の発展に向けて、その応用面での評価を行うことを目的とする。平成12年度は特にインターネットを利用した遠隔教育の可能性について、検討を行う。

各パケットにはIPヘッダ情報が付加されることによるオーバーヘッドが存在するため、ISDN 利用時に1割から2割程度追加した帯域が必要であることが多い。結論としては、実用的なIPベースのTV会議に必要な帯域は512Kbps程度と考えられる。

B. 研究方法

インターネットを応用した遠隔教育の可能性について、特に技術面からテレビカンファレンスの技術的検討を行う。

正確な損益分岐点の試算は行っていないが、これだけの帯域幅を常時接続のインターネット回線として確保することは、かなり頻繁に会議が実施される場合を除いてコスト的に非現実的といえる。このような状況は、現在の日本国内におけるデータ通信コスト環境が大幅に変化しない限り継続するものと思われる。

C. 研究結果

インターネットでTV会議システムを利用する上での制約条件は、回線帯域幅、回線遅延とパケットロスの2項目である。

(2)多地点TV会議の場合の問題

上述した1対1TV会議の帯域幅の仮定が正しいとすれば、多地点TV会議実施に必要な多地点制御装置が接続する回線には、512Kbps×拠点数分の帯域が必要となる。3地点の場合にはコスト的に有利な1.5Mbpsの専用線接続でも実現が可能であるが、国立がんセンターを中心として運用されているがん情報ネットワーク(14施設)の同時接続では、7Mbps以上の帯域が必要とされる。

回線帯域幅について

(1)1対1TV会議の場合の帯域幅

まず、1対1の会議実施時には、それぞれの接続拠点における回線速度が問題となる。一般的なデジタル公衆回線(ISDN)を利用するTV会議システムでも、2B(64Kbps×2=128Kbps)と6B(64Kbps×6=384Kbps)のシステムでは特に動画像の品質を中心に大きな違いがあり、多くの遠隔医療アプリケーションでは6B以上の回線が必要とされることが多い。インターネットのTCP/IP通信で交換されるデータの

このような帯域幅のインターネット接続を常時維持するためには定常的に高額な回線使用料を支払い続ける必要があり、インターネットデータセンター(IDC: Internet Data Center)あるいはアプリケーションサービスプロバイダ(ASP: Application Service Provider)と同様の発想で商業的なサービス展開を計らない限り、非現実的なものと思われる。

また、IP ベースの多地点制御装置(MCU)(特に 10 施設以上が接続可能なもの)の製品は限られているのが実状である。これは、電送ロスを伴う IP ベースのパケットから画像・音声のストリームを再構築し、混合/切り替え・圧縮を行い IP ベースパケットにして送出することに多くの計算能力が必要であること、また実際の市場規模が大きいことにより起因しているものであり、短期間での解消は期待しづらいものである。

回線遅延とパケットロス

回線交換を利用する ISDN 回線の場合とは異なり、インターネット上では IP パケット交換によりデータのやりとりが行われる。この方式の違いは TV 会議の使い心地に大きな影響を与える。

(1) 回線遅延

一般的に人間が会話する際に許容できる音声の遅延は 100~150ms(0.1~0.15 秒)といわれている。アナログの一般公衆回線を利用した電話の遅延時間が国内通話で 100ms 未満であるのに対し、ISDN 回線を利用した TV 会議システムでは動画像電送に伴う帯域分割の影響と、デジタル音声符号化の処理が介在することから、100ms 以上、300~350ms 程度の遅延が発生することが多い。インターネット利用の TV 会議システムでは、さらにルーターの処理時間などが追加されるため、インターネット上の通信経路の構成・状況によっては、1000ms(1 秒)を超える遅延が発生することも珍しくない。これは衛星中継回線を利用した国際電話に近いレベルの遅延であり、円滑な会議進行の妨げとなるものである。

(2) パケットロス

パケット交換を利用するインターネット網では、原理的にデータパケットの消失(パケットロス)を完全に排除することは困難である。TV 会議システムで利用するデジタル符号化処理にエラー訂正アルゴリズムを含めることにより、多少のパケットロスであればその影響を人間が関知できない範囲に抑えることが可能である。しかし大量にパケットが失われた場合には、音声の中断や動画像上のブロックノイズなどが発生してしまう。ISDN 回線を利用した TV 会議ではこうした事象が発生することは、回線障害時を除きほとんどな

い。一般的に管理の行き届いた ISDN 回線の伝送エラー率は 10⁻⁶、対して IP ネットワークのパケットロスは 1~5 × 10⁻² 程度とされている。

パケットロスを防ぐには、十分な余裕を持った帯域で TV 会議システムを利用する必要があり、これは前節で述べた帯域幅の問題をさらに高度化させるものである。

将来に向けた研究動向

一般的な TV 会議の実施においては上記のような状況が持続するものと考えられるが、実験室レベルでは非常に興味深い試みが行われていることにも最後にふれておきたい。

(1) 超高画質動画像電送

国内では、総務省通信総合研究所(CRL)を中心として、パケット交換網を利用した超高画質の動画像電送システムの開発が進行している。家庭用のデジタルビデオカメラで急速に普及した DV 規格の信号を IP パケットとして電送する DVoverIP や、放送用シリアル動画像電送規格である D1 データを IP パケットとして電送する D1overIP などの実用化は、現在の TV 会議システムの次元を超えたアプリケーション展開の可能性を広げるものである。また、民間でも SONY など D1overATM などのシステムの商品化が進行中である。なお、こうした超高画質動画像電送では、民生用規格をベースにした DVoverIP でも 25Mbps~40Mbps、D1overIP では 270Mbps の帯域が必要となっている。

(2) コラボレーション環境の統合化

コスト面では回線交換網に劣るインターネットではあるが、TV 会議システムに追加して参考資料の提示やアプリケーション共有を含めて統合的なコラボレーション環境を構築する際にはその柔軟性が大きな利点となる。ITU-T 勧告: T.120 シリーズのマルチメディア会議システムやインターネット標準に準拠した豊富なアプリケーションを 1 本の電送路上で組み合わせることにより、用途に応じた作業環境を自由に作り出すことができる。今後は、この分野での研究に期待が寄せられる。

TV 会議システムの標準化の動き

(1) TV 会議システムの標準化

TV 会議システムの標準化は国際的には国際電気通信連合 - 電気通信標準化部門 (ITU-T: International Telecommunication Union · Telecommunication Sector)により推進されている。また、標準規格に基づく相互運用性 (Interoperability) の確保のための組織として、IMTC: International Multimedia Teleconferencing Consortium が活動している。現在の勧告についての概要は次の表の通りである。最新の勧告のリストは国内でも <http://ituai.or.jp/> から入手可能である。

(2) 今後の動向

TV 会議システムについての標準化では、映像・音声コーデックの改良が中心となる。映像については H.263 を母体に拡張が続けられており、画質の向上と電送に必要なビットレートの削減が計られる模様である。また、音声についても同様に再生周波数帯域の拡大 (現状の 3kHz/7kHz から 14kHz へ) および電送ビットレートの削減が計画されている。(2) ただし、TV 会議システムのコーデックあるいは多地点会議制御プロトコルについては、製品の差別化の理由からベンダーによる独自拡張が行われることが多く、相互接続性を損なう結果となっていることに注意が必要である。

マルチメディア会議システムの分野では、策定の遅れている T.130: 高機能 AV 制御機能の標準化に期待が寄せられる。しかしながら高機能なコラボレーション環境の構築にあたっては、ITU-T 規格のみならず他のインターネット標準など幅広い選択肢の中から取捨選択し、複数のアプリケーションを統合していくことが望まれる。

D. 考察

これまでに紹介した制約条件から浮上するのは、TV 会議システムにおけるインターネット利用の可能性の鍵となるのがデータ通信回線の使用料およびインターネットサービス提供事業者 (ISP: Internet Service Provider) の接続料であるという事実である。当然、こうした通信コストの低価格化なしには利用事例も増加せず、かつ TV 会議機器 - 特に MCU の市場の成長も見込めない。

この状況は容易に改善されるとは推測されないため、当面は TV 会議の世界でのインターネット利用は、会議開催自体よりも会議の円滑な開催や資料送付など、付加的な通

信メディアとしての役割に重点が置かれるものと想像される。すでにがん情報ネットワークでは、インターネット接続回線を発表資料のファイル転送、会議開催通知の配布、会議開催中の TV 会議システム操作者間の連絡といった用途に利用しているが、これが当面の例となるであろう。

E. 結論

遠隔医療の中で遠隔教育は着実に発展しつつあり、今後、インターネット等の新しい技術の活用が期待される。

F. 研究発表

1. 論文発表

- (1) Mizushima H, Uchiyama E, Nagata H, Yamaguchi N. Telemedicine comes of age. Japanese Journal of Clinical Oncology. 30:3-6, 2000.
- (2) Wakasugi H, Yamaguchi N. Teleconferences between Gustave-Roussy Institute (Villejuif, France) and the National Cancer Center (Tokyo, Japan) as a new bilateral cooperative activity. Japanese Journal of Cancer Research. 91:135-137, 2000.