

医用画像管理・診断ネットワークシステムの総合的推進による医療の質および経済効果に関する研究

主任研究者	前田	知穂（京都府立医科大学）
分担研究者	西谷	弘（徳島大学医学部）
	森山	紀之（国立がんセンター中央病院）
	黒田	知純（大阪府立成人病センター）
	芦原	司（京都府立医科大学）
	中野	善久（関西医科大学）
	小野木	雄三（東京大学医学部）
	滝沢	正臣（信州大学医学部）
	大喜	雅文（九州大学医療技術短期大学部）
	紀ノ定	保臣（京都府立医科大学）
	栗原	幸男（高知医科大学）

平成 10 年度 厚生省医療技術総合研究事業  
研究報告書

医用画像管理・診断ネットワークシステムの総合的推進による  
医療の質および経済効果に関する研究

主任研究者：前田知穂 京都府立医科大学 教授

研究要旨：少子・高齢化が進む中で、医療情報を有効に活用し医療の質を高めると共に医療費の抑制に寄与するシステムが必要である。病院内におけるデジタル画像の管理・診断システムに遠隔放射線診療システムの機能を備えた次世代型医用画像総合管理・診断システムのモデル分析とシステムの与える医療・経済効果を検討する。

分担研究者氏名：

芦原 司 京都府立医科大学 教授、小野木雄三 東京大学医学部 講師、大喜雅文 九州大学医療技術短期大学部 助教授、黒田知純 大阪府立成人病センター 副院長、紀ノ定保臣 京都府立医科大学 講師、栗原幸雄 高知医科大学 教授、滝沢正臣 信州大学医学部 助教授、中野善久 関西医科大学 助教授、西谷 弘 徳島大学医学部 教授、森山紀之 国立がんセンター中央病院 部長

A. 研究目的

少子・高齢化が進む中で、医療費は GNP の 7.2% に達し国民の福祉や良質な医療を圧迫している。そこで、医療情報を有効に活用し医療の質を高め福祉にも貢献すると共に、かつ医療費を抑制するシステム構築が必須となっている。最近では、情報の伝送基盤が整備され、更に医用画像がデジタル化されフィルムにかわってディスクへの保存が可能となると共に、画像をモニターに表示し診断するシステムが開発されてきた。このシステムは、氾濫する医療情報

を有効に活用し医療の質的向上を得ると共に、医療費の抑制が得られる結果、人的資源の効率的配分による上質の患者サービスが可能になると考えられている。この様なシステムを、画像管理・診断システム(PACS：Picture Archiving and communication System)に遠隔放射線診療システム(Teleradiology)の機能を備えた次世代型医用画像総合管理・診断システムと称し、開発・普及させる事を目的として、システムのモデル分析とその医療・経済効果について検討した。

## B. 研究方法

現在迄で実用化された医用画像総合管理・診断システム(PACS)は、以下に示す要素を含んでいる。

本システムは、画像情報の収集・蓄積・処理・表示及び装置間を伝送する5つの主な機能から成る。画像の収集は、各種モダリティー装置からDICOM ( Digital Image Communications in Medicine) 規格のオンライン下で行われ画像蓄積装置: RAID に伝送されると共に、画像観察系のCRT モニターに表示するワークステーションに伝送される。画像装置から画像蓄積装置、更に画像観察装置などのオンライン伝送には155 MbpsのATMスイッチを用い、画像観察用端末装置には10 - 100Mbpsのイーサネットを用いる。そこで、以下の項目について検討した。

- 1) 放射線画像の伝送並びに表示を行うシステムの開発に関する経済性について検討した。即ち、放射線画像特有の技術について詳細な知識を必要とせずシステムの開発可能なDICOM/WWW サーバを開発し評価した。
- 2) 院外で発生した画像をISDNを用いて伝送し、モニターに表示・観察すればTeleradiologyとなる。そこでPACSにTeleradiologyを包括したシームレスなシステムが医療情報の有効的活用と医療の質の向上に必要となり、病院の規模に応じたシステムを模式化する。又、院内基盤が確立

しているか否かについて、アンケート調査を行った結果を示し考察する。

- 3) デジタル画像のCRT モニター観察では、a: CRT モニターの画質に及ぼす影響を検討すると共に、画像の保存並びに伝送に必要な圧縮画像についても検討する。

- b: 従来のフィルムシステムとは異なり静止画像は基より三次元・動態画像が観察される。そこで、CRT 観察の診断上の有用性を示すと共に波及する経済効果を見積もる。

- 4) オーダリングシステムが稼動し、加えてPACSを運用、若しくは運用を予定している大学附属病院での医療・経済効果を検討し、本システム導入の妥当性について考察する。

- 5) 遠隔放射線診療を含む医用画像総合管理・診断システムの医療・経済効果について、定量的評価とレーダーチャートを用いた定性的評価について検討し、遠隔医療の実際について応用した。

- 6) 磁気ディスクを用いた画像管理について全国主要病院208施設に対してアンケート調査を行い193施設(66.8%)から回答を得、医用画像総合管理・診断システムを分析した。

- 7) 患者の病院への受診動態調査を検討し、遠隔医療の経済効果の評価法について考察した。

- 8) スウェーデンの医療制度を調査し、我が国の医療に本システムを導入する妥当性について考察する。

### C. 研究結果

1) DICOM とインターネット、とりわけ WWW を結びつける仕組みとして DICOM/WWW サーバシステムを開発した。図 1 および 2、表 1 は、DICOM/WWW サーバの構造と画像データの流れの比較及び DICOM/WWW サーバのレスポンスを示した。レイアウトの変更、ページ捲り、ズーム、VOI 調節等が可能であり、画像ワークステーションに近いロックアンドフィールを実現できた。(浜松医大)

2) Teleradiology を包括する PACS : 次世代型医用画像総合管理・診断ネットワークシステムに要求される項目を整理すると、1) 必要な時に速やかにネットワークを通じて伝送できる (適時性) 2) どのメーカーの機器からでも伝送できる (共通利用性) 3) 画像伝送過程における画質の劣化がない (再現性) 4) 画像伝送のセキュリティーが確保されている (安全性) 5) 画像観察・診断用装置は十分な操作性を有する (操作性) 6) 他の医療情報システムとのデータ交換が容易に行なえる (接続性) 7) 必要なコスト・パフォーマンスが得られる (経済性) 8) 対話型のコンサルテーションが可能である (多地点双方向性) 9) 緊急時にも対応できる (緊急性) 10) 地域の患者データを蓄積保存し、常に医療の現場で役立てる (個別性) 等 10 項目に整理された。使用する規模に応じてのサンプルを(図 3)に示す。(京府医大)

3) a: 画像観察系として CRT モニターの画質に及ぼす影響と共に画像圧縮について検討した。CR フィルムによる病態表現とカラー CRT を用いた場合について RCO 解析の結果、Az 値から両者の差は認められなかった(図 4)。又、画像圧縮についてみると 1/10 非可逆圧縮を行っても両者の Az 値に差はみられなかった(図 5)。即ち、CRT モニターを用いても、又 1/10 画像圧縮を行っても医学的に画像所見の把握に差は無い。(名大、信大、大阪府立成人病セ、北大、京府医大)

b: 耳小骨の 3D 画像など、CT 画像で表現し得ない新しい画像処理法を組み入れた CRT 診断が、耳小骨の微細構造を正確に示し聴覚系疾患診断の質的向上に寄与している事を示した(表 2)。即ち、オンライン上でのディスク保存と CRT 診断は、医療の在り方を変える可能性が示された。(京府医大、郡馬大、昭和医大歯科、名古屋保健衛生大)

4) a: PACS の導入を検討している年間フィルム使用枚数 45 万枚程度の大学附属病院では、画像保管期間 5 年間で 230 万枚程度となる。一方、医用画像の電子保存では 5 年間保存として 13TB を必要とするが、1 年経過後の画像を 1/10 に圧縮することにより 4TB 以下で、フィルム保存の場合に比し画像の保管面積は約 1/30 で済む。又、医療従事者のフィルム作業に要する人員は約 8 名であるが、オンライン化により人的作業

は著しく減少させ得る。(藤田保健衛生大)

b : HIS が既に稼動しており新に PACS を導入する大学附属病院では、PACS の導入費は LAN に要する費用、保管装置、画像ワークステーションや CRT 等の可視化装置を含め総額 461,800 千円が見積られた。既存の医療情報システム (HIS) の LAN と CRT モニターを用いると、初期投資は約 1/3 の 166,000 千円程度に減らし得ると見積られた。更に、フィルム保管に関わる消耗品費、人件費等全てを含め検討すると 2-3 年で採算が取れる計算となった。(高知医大)

4) PACS に関するアンケートの結果、この 1 年間で新たにシステムが導入された 108 病院中 DICOM 規格対応となったのは 51 病院(47%)で DICOM 浸透度は良好であった。一方、保存メディアは多様化しており規格化されたディスクより、更に低価格の保管メディアを利用する傾向がみられた (図 6)。(徳島大)

5) 大学附属病院間での遠隔教育の応用に関する研究では、学内 LAN と WWW サーバを用いた教育研究用画像ファイリングシステムを構築した。概要は、1)低価格に収め得た。2)フィルムの電子化へと画像データのサーバ送信操作が容易である。3)人手が不要である。4)高速での画像参照やデータベース作成が容易である。5)放射線科医の自宅からデータベースの維持管理が出来る。等の要素を組入れた。(関西医大)

6) 本システムは、遠隔医療放射線診療 (Teleradiology) を包括しており、医療の地域較差を解消し、救急救命に貢献する等、医療・経済効果は明らかである。その例をレーダーチャートを用いた定性評価を加えて述べる(図 7、8、9)。

a : 長崎県離島での救急医療の画像伝送における医療・経済効果を検討した。遠隔画像伝送を用いて患者転送の適否を的確に判断することにより、無用なヘリコプターのフライトが半減し、その費用は年間約 2000 万円であった。一方、初期投資費用として 1 台 340 万円を 14 ヶ所に設置し 4760 万円を要したが、既に 7 年間使用しているのも単純に年間 680 万円となる。維持諸経費が年間 100 万円程度、又、使用電話料金は年間 2 万円程度で、現在必要としている経費は装置使用料を入れても年間で 800 万円に至っていない。この様な費用削減のみならず、平成 10 年 1 月から 10 月迄で 52 名が離島から長崎県立中央病院へ転送され 42 名が救命されており救急・救命の視点からも遠隔放射線診療の意義は大きい。(長崎県立中央病院)

b : 青森県における脳血管障害救急医療の医療・経済効果についての検討では、(図 10 左)に示す如く青森県立中央病院をセンターとして、簡易型の伝送装置を用いて 11 箇所との画像伝送を行った。その結果、(図 10 右)に示す様に患者輸送の適否について画像伝送から検討の結果、ほぼ半数

は内科的な処置で救命が図られており実際に脳外科的処置を要したのは半減した。ここに搬送に基づく人的及び輸送費用等の観点から経済効果が得られている。又、青森県中央病院は、地域脳外科の Center of Excellence(COE)となっており、卒後研修指定病院としての役目も果たしている。(青森県立中央病院)

c : 遠隔画像伝送に基づく放射線治療患者への応用について検討した。

放射線専門医の中でも、放射線治療を専門とする医師は更に少ない。北海道大学では遠隔放射線治療支援システムを導入し、速やかに画像情報や治療計画情報の伝送を可能とし、円滑にかつ精度よく放射線治療が行われている。これは、仮想的放射線治療システムで、緊急照射に対応でき患者の QOL の保持、在院日数の短縮がはかられる(北大)。

7) 診断報告書に Decision making を加えると、病診連携が更に進み速やかな治療の結果、在院日数の短縮と QOL の向上に加え予後の延長が期待された(表 3)。(群馬大)

8) スパイラル CT を搭載した肺癌検診車による移動肺癌検診と従来の標準的検診との費用対効果の検討の結果、40 歳代から 50 歳代までは CT 検診の方が費用対効果は優れており、60 歳代以降は逆転し 70 歳代以降は従来の検診の方が僅かに有利となった(図 11)。又従来の肺癌発見に比べ 10 倍もの高率で早期肺癌を検出しており、デジタル画像とその CRT 診断の

有効性が示された。(信大、放医研)

9) 患者の受診動態に基づく遠隔医療の経済効果の評価法について考察した。(参考文献:医療経済学 漆博雄 編、東京大学出版会)

### 需要と供給の関係

1 例として、一部負担(医療保険)による厚生損失

保険による需要の増加

↓  
厚生損失の発生

本来  $m_1$  である需要が  $m_2$  になるため、右上の 3 角形が損失になる(図 1 2)。

医療サービスは生産量にかかわらず、限界費用が一定であるため供給曲線は横軸と平行になる。

### タイムコストによる損失

間接的な医療コスト:

通院時間  
待ち時間、  
仕事や学校を休むこと  
など

間接コストが削減されれば、医療サービスの価格が変わらなくとも需要は増加する。図 1 3 で  $t$  を小さくした場合に相当する。

また、タイムコストには保険診療による料率がかからないので、患者の負担額に及ぼす影響が大きい。

遠隔医療の利用によって、患者が遠隔地の病院に受診しなくてすむため、タイムコストによる損失を減少させることになる。患者にとっての便益(消費者余剰)は増加し、医療サービスの供給量も増加することになる。しかし遠隔放射線診療では、こ

れが適応される場面は少ないと思われる。

### The Small Area Variations 現象

医療技術に関連する不確実性：

医療サービスの供給者である医師の、知識の不確実性が社会的厚生損失になる。つまり、地域による医療格差が社会厚生損失になっている。

MC：限界費用、

MB：限界便益

R1：医療サービスが過少

R3：医療サービスが過剰

A：R1をR2に移動させた時の消費者余剰増加

B：R3をR2に移動させた時の消費者余剰の増加

社会的厚生損失はA+Bに相当する(図14)

遠隔放射線診療では(画像診断でも治療でも)診療の質を向上させることにより、地域格差を減らすことが期待できる。

### 医療サービスの質と需要、および費用

病院は独占企業、経営者はサービスの量と質から成る効用を最大化しようとする。また、医療サービスを生産する費用は量だけでなく質に依存し、需要も質と価格に依存すると仮定する。

AC<sub>1</sub>：医療サービスの質HQ<sub>1</sub>に対する平均費用曲線(この曲線上では常に費用が一定)

D<sub>1</sub>：HQ<sub>1</sub>に対する需要曲線

Q<sub>1</sub>：生産量最大の点が医療サービスの供給量(価格と平均費用が一致するので病院の余剰は0)

質を向上させると追加費用がかかるため、ACは上方へシフトする。質の向上は需要も喚起し、Dも右にシフトする。こうして新しい均衡点が成立する。

ただし、投入した費用の割に需要曲線がそれほど右にシフトしない場合には、逆に需要が減少することもある(図15)。

遠隔医療において、高額な医療機器を導入することなく、医療サービスの質の向上が実現できることになれば、平均費用曲線は右にシフトすることになる。需要曲線は質の向上に伴って右にシフトし、新しい均衡点に至ることになる。

### 医療機器と医師数の等生産量曲線(病院において)

生産要素として資本と労働がある場合、医療ではこれは医療機器への投資と医師数に相当する。

I<sub>0</sub>：等生産量曲線

D：等費用曲線

名目賃金率とレンタルプライスが一定の場合、I<sub>0</sub>を生産するための費用を最小に抑えるには、DとI<sub>0</sub>が接するようにすれば良い。

CTの導入は装置と読影医を増やすことになるため、等生産量曲線は右上にシフトし、医療の質も改善する(D')。逆に、血液自動分析器等は等生産量曲線を左下にシフトさせる(図16)。遠隔放射線診療では、CT導入によって右上にシフトした等生産量曲線を、少し左下に押し下げる働きをされると考えられる。

$$C = WN + rK \rightarrow$$

$$K = -W/r N + C/r$$

W：名目賃金率、r：レンタルプライス

与えられた生産要素投入水準のもとで財・サービスの生産量を最大化することに失敗しているとき、技術的非効率がある、と言う。また、生産可能曲線状で費用を最小化する生産要素の投入の選択に失敗しているとき、資源配分非効率があると言う。

図17で等量線上にある点には、技術的非効率がない。D'は資源配分非効率を表す。またDで費用が最小であるとする、等量線に接する線の傾き(限界代替率)は生産要素の相対価格に一

致する。D”では傾きがこれと一致しないので、資源配分非効率が存在する。

遠隔診断では、高額な医療機器を導入しながら専門医がいない状況に相当すると思われる。

10) スウェーデンの医療制度の中で PACS と Teleradiology の必要性について検討した結果を示す(図18)。

カロリンスカ大学アストリッド・リンググレンズ小児病院のハーカン・ユーロフ準教授のもとにおいて総合医用画像管理保管システム(PACS: Picture Archiving and Communication System)及び遠隔放射線診療(Teleradiology)に関する分野の解明に必要な資料を入手し、スウェーデン王国における同分野の研究の現状と医療保障制度の現状を把握するため、ストックホルム市カロリンスカ大学に出向いて研究担当者と意見交換を行った。カロリンスカ大学の小児病院では、Full PACS を実現しており、フィルムレスなシステムが完成していた。研究開始の第一週は、小児病院(アストリッド・リングドレン病院)で PACS システムの現状を見聞した。同小児病院では病院新築の際に Full PACS を導入し、完全フィルムレスで診療を運用している。基本構成は、DICOM プロトコールによるネットワークで、配線には ATM LAN あるいはギガビットイーサネットを利用した高速ネットワークを使用している。画像は、各モダリティー

からサーバーに伝送され、病院中に配備された読影端末で読影されている。読影端末は、1000×1000、8ビット白黒モニターを2台使用し、さらにその横に参照サムネイル表示及びレポート作成用にカラーモニター1台を配し、合計3台が基本となっている。モニタの解像度、濃度階調に関しては臨床医に完全に受け入れられており、より高精細モニタの必要性についての議論はなかった。画像保管は、数週間の RAID による保管を経た後に DAT テープに保管されている。過去データは全て蓄積されており、必要時はテープロボットにより自動的にテープが選択され、対象画像を診断モニタに配送する仕組みであった。読影診断ソフトウェアは長い年月にわたるユーザからの要望に応え、決め細やかなファンクションを備え、読影にストレスがかかるようなことは全く存在しなかった。カロリンスカ大学病院での PACS の現状を検分し、同病院の研究者と討議を重ねるうちにスウェーデン国内の他の施設の PACS を視察し、現地の研究者と討論する必要を感じ、ハーカン・ユーロフ準教授の指導の下、ストックホルム County の PACS を導入しているノータリエ病院を訪問した。同病院では PACS を導入しているものの運用に若干のトラブルが発生していた。その原因は、システムを総合的に早くしている人間がおらず、また PACS を専門に取り扱うドクターが存在しないことであった。



技術的には完成されている。PACS も運用する側にメンテナンスを行いうるテクニックを持った人間を配することが重要であると言う認識を得た。現在稼働中の PACS の施設を視察とところで、スウェーデンで PACS を最初に導入した施設の視察にて PACS の歴史を把握する必要を感じ、ビスビー病院を訪問した。ビスビー病院は病院を新しく建てなおす際に PACS システムを導入することとし、その導入にあたり、PACS が医療・経済効果をあげうるかを詳細に検討していた。現地のシュテファン部長と PACS の初期導入計画について討論を交わした。ビスビーでは PACS を導入したことにより、導入していない他のスウェーデン国内の同規模の 7 施設と比較した場合、医師・看護婦・看護助手・技師・秘書の各々一人あたりの検査処理件数は非 PACS 導入施設に比べ凌駕していた。また、PACS 導入により看護助手の人数を 28 人から 10 人まで削減することが可能であった。PACS により本来人間の手を煩わせる必要のない、機械にでも出来る作業が現実には多いことを物語っている。スウェーデンでは各分野は高度に専門化分業化されており、医師はまさに医師としての専門的医療知識を提供するのみとなっており、PACS 導入により人間としてのより生産的な作業が充実したという印象を受けた。これらの PACS 導入施設で感じたことは、PACS システムは完全に定着しており、技術

的な問題点は完全に解消されているということであった。スウェーデンでは PACS を病院単体で運用するだけでなく、他の施設と連携することにより、より効率的な医療サービスの提供を行っている。次世代の PACS ネットワークを導入しているウールプロ大学病院を視察し興味深い事実を得ることができた。これらのシステムを説明するにあたり、スウェーデンの医療制度を説明する必要があると考えるので、その概略を説明する。

スウェーデンの医療制度：スウェーデンは高福祉国家として有名であるが、その社会保障は充実しており、国民の医療費は無料となっている。スウェーデンでは 7 つの County に分割されており、各々の County が国民の社会保障に責任を持つ。各 County に予算の運用権があり、実に税金のほぼ 3/4 が医療を含めた社会保障に運用されている。County 政府は医療制度に関してもかなりの部分の決定権を有し、PACS や Telemedicine の導入に関しても決定権を持つ。また、County 内の医療組織は、基本的には大学病院を頂点とし、周囲の中規模都市の中核病院及び地方の小病院、health care center は大学病院を中心とした医療圏を形成している。医療費は出来高払いではなく、各病院に年間の総予算が割り振られ、その範囲内で運用することが求められている。それゆえ、効率の良い無駄を省いた医療を目指しており、PACS の

導入による効率的な運用が期待をされ、各地で導入の気運が高まっている。PACS システムを一大学だけでなく、地域中核施設と結び高度なネットワークを構築したウールプロ大学病院のシステムが最新で興味深いので、同大学病院を例にネットワークを説明する。

ウールプロ大学病院における PACS ネットワークの構築：ウールプロ大学は同地域の中核病院として同 County の医療保障に責任を持つ。そのため、County 内の中核病院 2 施設と地方の health care center 二施設を結ぶ広域 PACS システムを構築し運用してすばらしい実績をあげている。County 内に存在する患者の情報が各病院で独立して存在するのでは他施設との連携が困難であり、これを PACS で結ぶことにより効率的な運用が可能となっている。患者は County 内のどこの病院で検査を受けてもその情報は大学病院を含めた広域の PACS システムで検索参照することができ、患者情報の共有化が図られている。これを可能としているのは国民個人全員に振り分けられた固有の social security number の存在であり、これにより施設が異なってもスウェーデン国内でのすべての情報を参照することができる。現状の日本と異なる点であり、セキュリティの問題など多数の問題をはらんでいるが、スウェーデンではそのメリットを最大限いかしている。画像をデジタル化し、ネットワークで保管

管理することにより、それらのデータは地域を問わず容易に他施設と共有することが出来、PACS の持つ潜在的な能力の一部を体験することができた。PACS は一施設のみでも充分効果をあげるが、複数施設との結合によりさらに高い医療効果を供給することができるものと考えられる。

スウェーデンでは PACS は技術的には完成しており、現場での受け入れもなされている。個々の PACS を有機的に結合し、広域 PACS として運用することにより、医療情報の共有化が図られ、無駄のないより効率的で質の高い医療の提供が可能である。

スウェーデンでの PACS システムは完全に医療の現場に定着しており、その技術的な問題点は解決されていた。その技術レベルは日本のものと比較してもさして変わらず、日本でも充分同じものを提供しうるものであった。しかしながら、ハードウェアをいかに道具として使いこなすかが課題であり、スウェーデンのウールプロ大学で視察したシステムは非常に興味深かった。PACS を病院単体で運用するものではなく、地域の施設を総合的有機的に統合することにより、地域医療ネットワークとして運用していることが、医療の効率化と高度な先進医療の提供に繋がっているものと考えた。これを実現しているものとしては、スウェーデンに存在する国民個人に固有の Social security number であり、それにより

患者情報を各病院で埋没させることなくいつでも好きな時に容易に検索して活用できるシステムが完成している。日本の現状では種々の問題をはらみ実現は難しいと思われるが、少なくとも各種病院を統合し一元的に管理しうる統一 ID 番号導入されることを期待する。

#### D. 現段階での考察

1) 従来のフィルム保存・診断システムに替ってデジタル画像の総合画像管理・診断システムになると、ディスク保存の 3 原則を満たす共通規格 MO の使用が望ましい。然し、運用に関する調査研究からは、これらのシステムは明らかに医療上の効果が得られるとするものの、「病院側の経済性は成り立たない」と回答したのが 59,8%であった。これに対して民生用の機器、ソフトの利用で経費の節減を図るとしたのものや、医療保険給付の中にシステム構築費、運営費を含める要望が 45,6%にみられた。ここに、画像保存に関する診療報酬化の必要性が見られる。その一例を(図 1 9)に示す。

2) 遠隔放射線診療システムを包括した医用画像総合管理・診断システムの医療経済効果に付いては、モデル病院を作り具体的にシステムに関わる費用、デジタル画像の保存に関わる費用等の再検討が必要である。

3) フィルムを用いた従来の画像観察に比べ、CRT を用いた画像観察では画像処理によって病態の表現は

より容易となり診断精度の向上が得られた。本システムの応用により、在院日数の短縮と QOL の向上に加え予後の延長が期待される。

4) 医師の生涯教育の中で医療の標準化は必須の課題であり、遠隔医学教育はその一端を担うと考えられる。症例のデータベースを構築し日常診療に応用されれば、医療の質の向上が得られ患者サービスに繋がる。

5) フィルムレスの医療上の効果及び経済性への効果は明らかとなった。そこで、電子化により省力化が得られれば、人的資源の再構築が図られる。余裕ある患者ケアシステムについて、積極的に検討する必要を認めた。

6) 今後、システムの医療・経済効果については、定量的評価、レーダーチャートを用いた定性的評価について追加検討する。

7) 遠隔放射線診療システムのガイドラインを(表 4)に示す。

以上の如く、ディスク保存と CRT 診断、更に画像伝送は医療の在り方を大きく変える可能性が示された。

#### E. 結論

1) 遠隔放射線診療システムを包括したデジタル画像の総合管理・診断システムは、医療情報の効率的活用と医療の質の向上が得られ医療費の抑制が期待される。

2) 必要な事項の保険医療給付についての検討が必要であり引き続き

調査・研究を重ねる必要がある。

3) 遠隔医療の実際は全ての医療現場において応用可能で、医療上の効果が大きく、経済効果及びその波及効果が大きい。具体的には、遠隔教育による適切な医療指導の結果、医療の地域較差や施設較差を無くし、標準化が進めば正確な診断と早期の治療による在院日数の短縮、医療費の抑制に繋がることが期待されている。

4) 電子化による省力化が得られる事により、人的資源の効果的配置は、医療従事者のより上質の患者サービスが得られる事となる。

5) 遠隔放射線診療を含む医用画像総合管理・診断システムを早急に普及させることが緊急の課題である。

6) 遠隔医療の実現に際して、広く普及する為の条件の一つに患者IDの標準化がある。今後の検討を要する。

## 研究発表

### 1. 論文発表

①岡淳寿、瀬藤弘行、中野善久他：医用画像管理システム(PACS)へのインターネット技術応用 - イントラネットを用いた放射線科内画像管理システム施設。医療とコンピュータ 9:43 - 48, 1998.

②Takizawa M: A Project of New Medical Service for Early Stage Desises-. J. Telemedicine and Telecare, 4(3):146-151, 1998

③滝沢正臣：衛星と移動体通信による遠隔医療システム。新医療(4)64-

66, 1998

④遠藤啓吾. Teleradiology と放射線科専門医 .新医療 (1)62-65, 1998

⑤小野木雄三、中川圭一、青木幸昌、小塚拓洋、豊田達也、佐々木康人：Web ブラウザを用いた線量分布画像の観察と管理. 日本医学放射線学会雑誌, 58(1) : 34-37, 1998.

⑥ Arimoto T, Usubuchi H, Matsuzawa T, Yonesaka A, Shimizu S, Shirato H, Miyasaka K: Small volume multiple non-coplanar arc radiotherapy (SMART) fortumors of the lung, head & neck and abdominopelvic region.

CAR'98 Computer Assisted Radiology and Surgery (ed. By Lemke HU, Vannier MW, Inamura K, Farman AG : Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Symposium and Exhibition, Tokyo, 24-27 June 1998. Elsevier, Amsterdam. 257-261, 1998.

⑦ Kimura M, Ohe K, et.al. MERIT-9: a patient information exchange guideloine using MML, HL7 and DICOM, International Journal of Medical Informatics, 51-68, 1998.

⑧木村通男. 医療情報交換企画運用指針 : MERIT-9 MERIT-9: A Patient Information Exchange Guideloine , 医療情報学, 18(4), 353-360, 1998.

⑨関健次、花澤智美、荒木和之、岡野友宏 パノラマ撮影における digital radiography: DigipanTM に

よる画像 昭和歯学会雑誌 18: 97-100, 1998

⑩森山紀之, 関口隆三. 消化管病変の三次元画像診断—現状と展望 (主題) ヘリカルCTと三次元画像診断, 胃と腸 33(2): 181-186, 1998.

16.5, 536 ~ 543. 1998

⑪原内一, 稲邑清成, 福久健二郎, 他: 放射線腫瘍学広域データベース ROGAD の検索及び集計の例 - 第2次(1992年)より第6次(1997年) -, 日本放射線腫瘍学会誌, 10:337 - 353, 1998.

2 ; 学会発表

① Takizawa M, Murase S, Yamakami H, Okudera T and Koike K: Satellite telemedicine based on bidirectional image communication. Intern Symp on Computational Medicine (ISCM III), Tokyo 1998.12.15.

②Y. Onogi: "Treatment Reference System in Radiation Therapy", MedInfo '98, Seoul, Korea, 1998.

③古川章, 松本徹, 福久健二郎, 他; らせんCTによる肺癌診断支援システム評価のためのLSCT(Lung Cancer Screening CT) - 画像データベースの構築について -, 第75回日本医学放射線物理学会大会, 1998. 神戸.

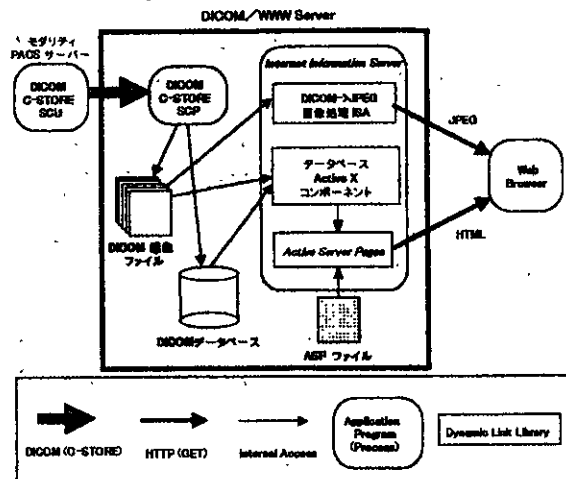


図1 DICOM/WWW サーバの構造

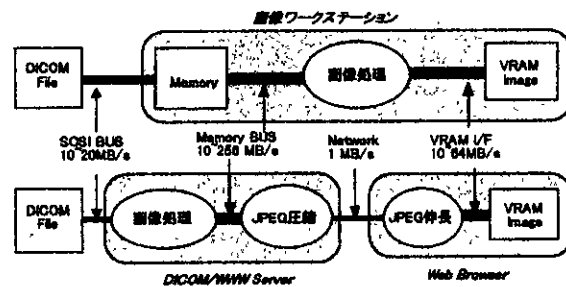


図2 画像データの流れの比較

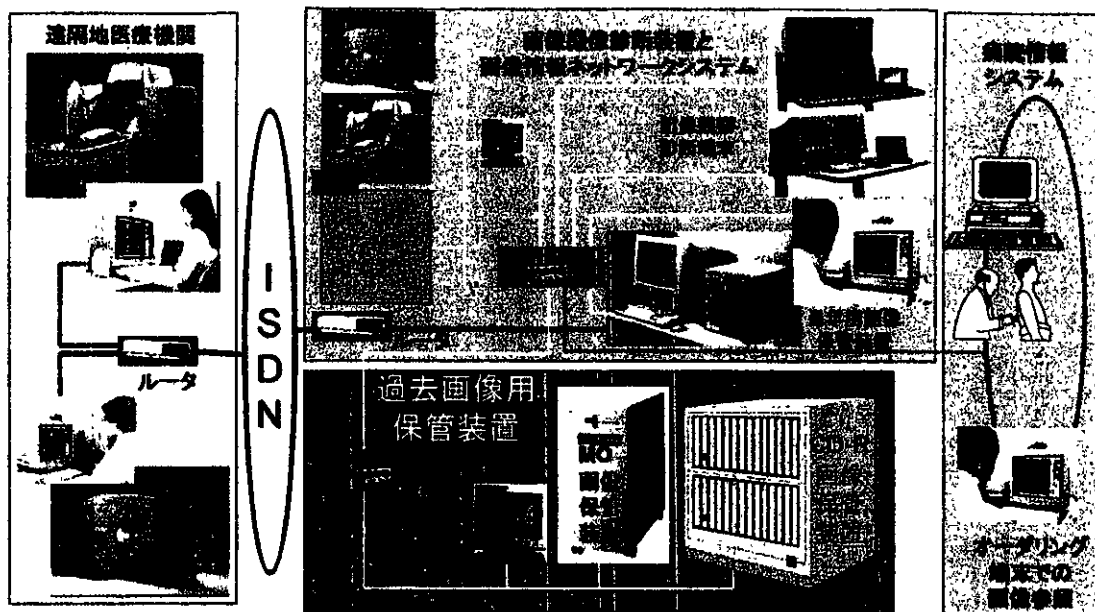


図3. Teleradiology を包括する PACS の例

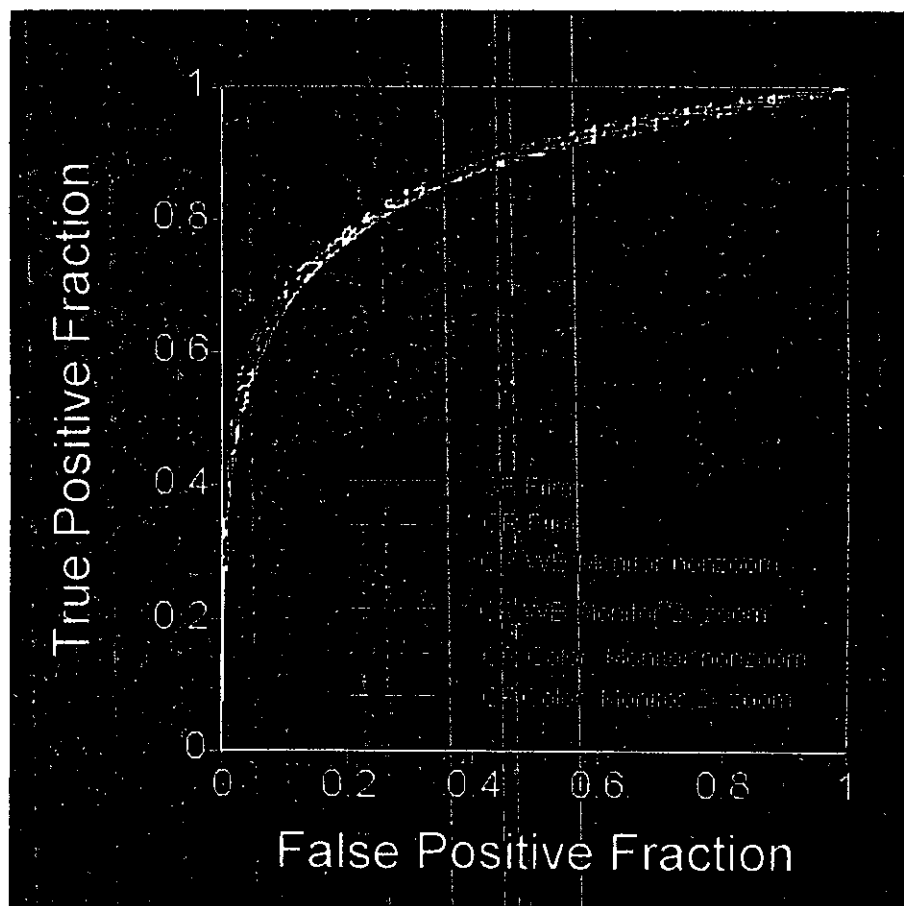
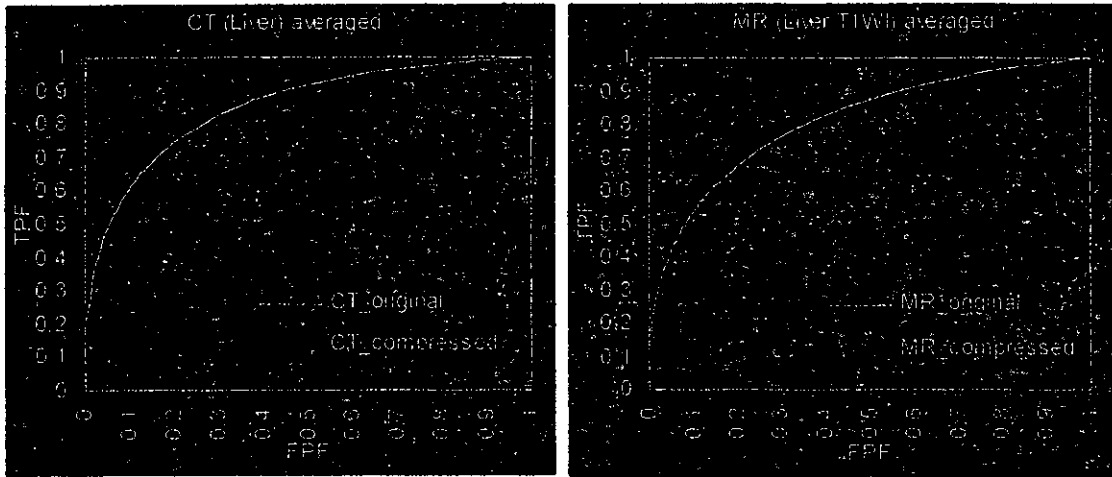


図4. CR フィルムによる病態表現とカラーCRT を用いた場合についての ROC 解析結果



CT(Liver T1WI) 平均  
 Az (original) = 0.855  
 Az (compressed) = 0.861  
 39被験者/4施設

MR(Liver T1WI) 平均  
 Az (original) = 0.813  
 Az (compressed) = 0.816  
 16被験者/2施設

図 5. CT と MR 画像を用いた 1/10 非可逆圧縮画像の ROC 解析結果

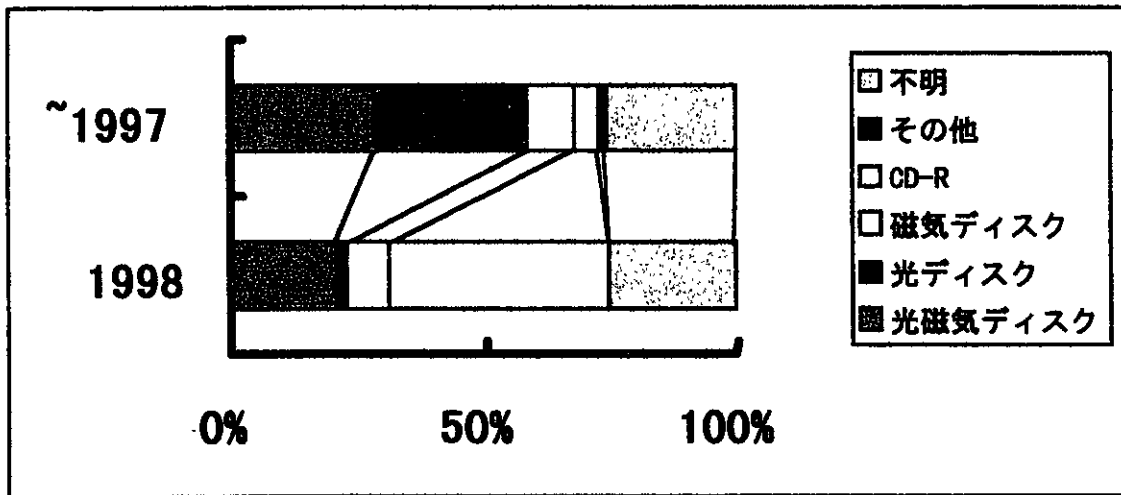


図 6. 画像記録媒体の動向

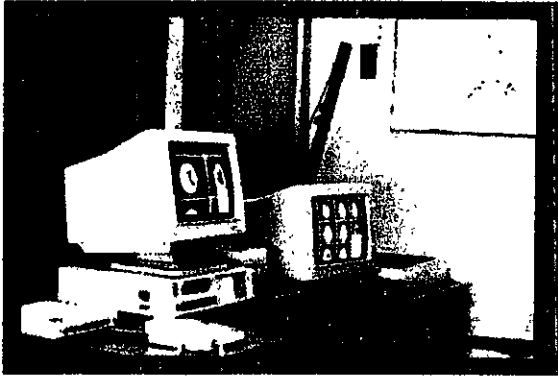


図 7. 離島 12 の中核的病院と本土親元病院である当国立長崎中央病院とを通常のアナログ電話回線で結ぶネットワーク。



図 8. ヘリによる転送光景

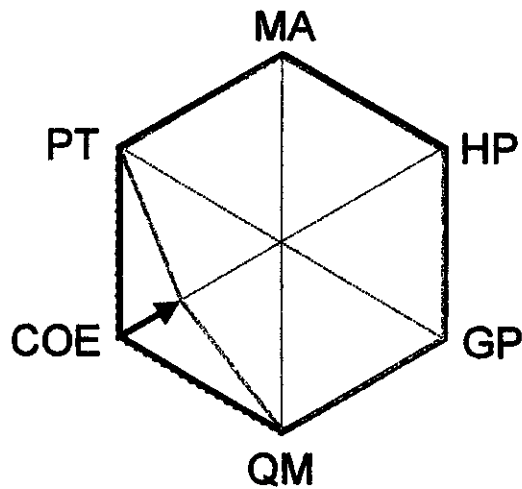


図 9. レーザーチャートによる定性評価  
 MA(医療費)、HP(施設)、GP(主治医)、QM(医療の質)、COE(担当医)、PT (患者)



フォトフォン  
配置図  
1998年1月

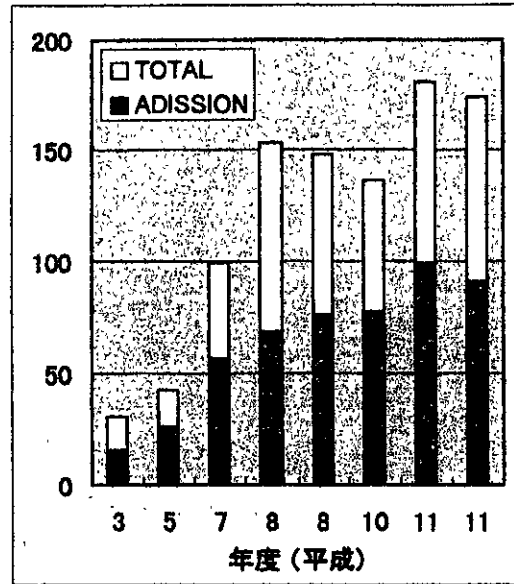
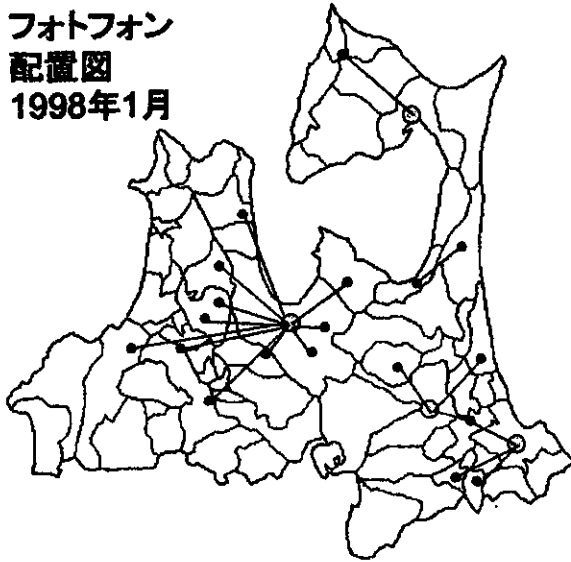


図 10. 青森県における脳血管障害救急医療の医療・経済効果

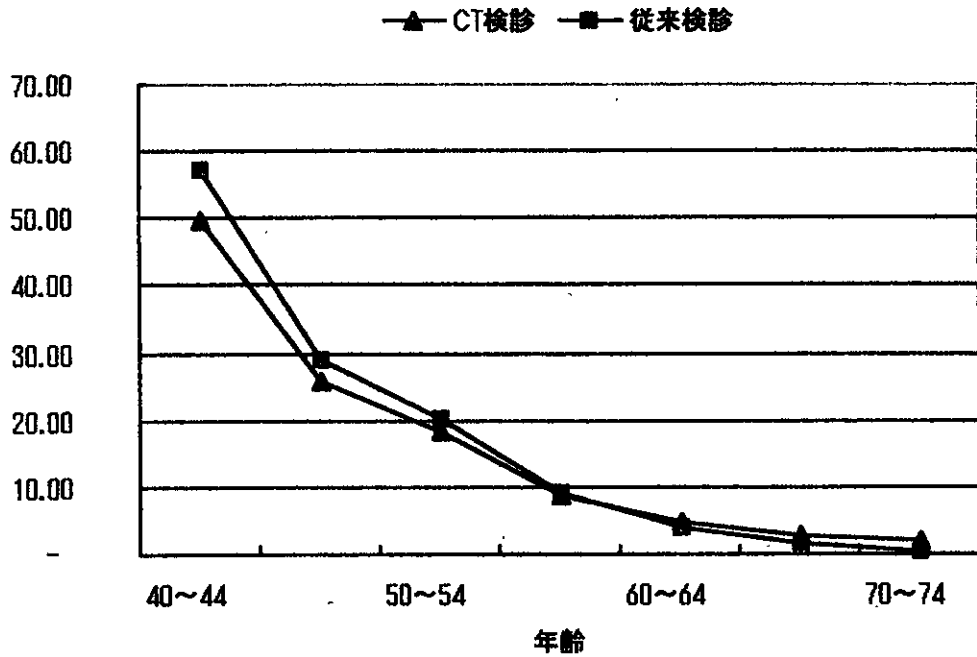


図 11. CT 検診と従来検診との比較

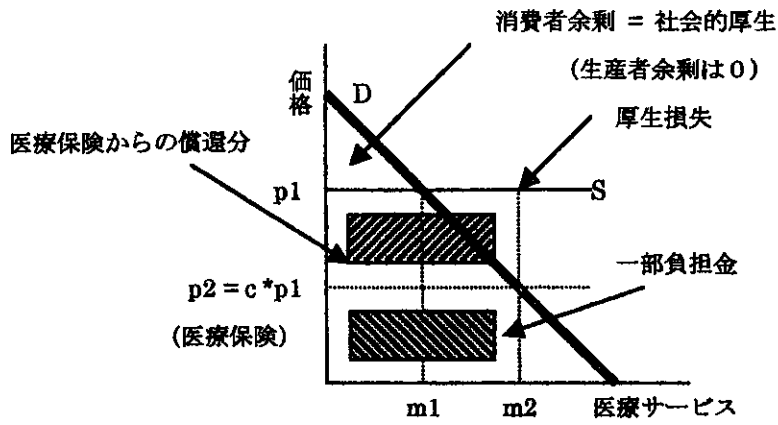


図 1 2

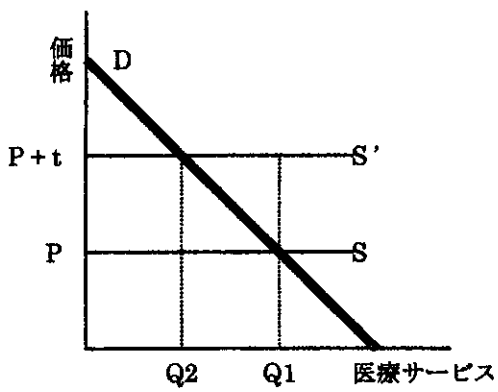


図 1 3

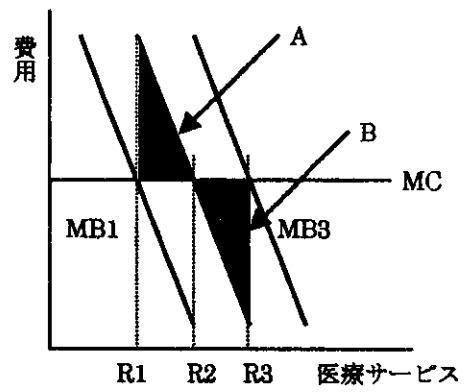


図 1 4

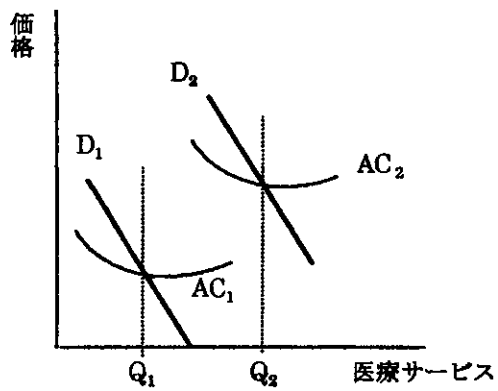


図 1 5

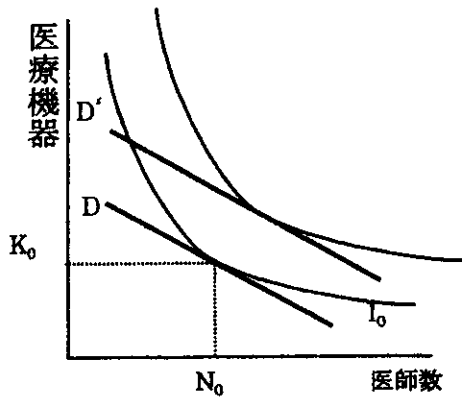


図 1 6

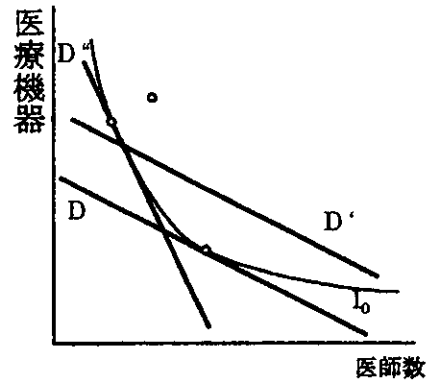


図 1 7

表 1 DICOM/WWW サーバのレスポンス

	LAN	ダイヤルアップ	インターネット	備考
シリーズ表示の展開	5 秒以内	3 0 秒～5 0 秒	3 ～6 秒	表示枚数に依存
レイアウトの変更	5 秒以内	1 5 秒～2 5 秒	3 ～6 秒	表示枚数に依存
VOIの変更	1 ～2 秒	1 0 ～2 0 秒	2 ～3 秒	
ズーム	1 ～2 秒	1 0 ～1 5 秒	2 ～3 秒	
ページ捲り	1 ～2 秒	1 0 ～1 5 秒	2 ～3 秒	

サーバ : PentiumII 300MHz × 2、Ultra SCSI HDD

クライアント (LAN、ダイヤルアップ)

: MMX Pentium 166 MHz のノートパソコン

クライアント (インターネット) : Pentium 166MHz のノートパソコン

ダイヤルアップは大学の PPP アクセスポイント、接続速度は 28,800bps。

表 2. CT による耳小骨の検出と CRT モニター画像診断の意義 —2D 画像、MPR 画像、3D 画像の比較—

	錠骨			砧骨長軸			砧骨短軸			槌骨砧骨の総合評価		
	2D	MPR	3D	2D	MPR	3D	2D	MPR	3D	2D	MPR	3D
Grade 1	1	9	0	0	7	17	0	-	16	0	-	16
Grade 2	6	4	3	13	11	1	15	-	2	14	-	2
Grade 3	11	5	15	5	0	0	3	-	0	4	-	0

表3. 遠隔放射線診療による医療経済効果の実例

悪性腫瘍を想定して診断が進められた場合		遠隔医療によりの確な診断が進められた場合	
腰椎単純 MRI	22,500	腰椎単純 MRI	22,500
頭部 MRI	21,300	造影 MRI	13,100
胸部 X-P	1,500		
上腹部超音波	5,500	遠隔診断料	
骨盤 CT	18,400	診断依頼元	5,500
ガリウムシンチ	56,530	診断依頼先	4,800
合計	125,730	合計	45,900

表. 4 遠隔放射線診療の基本要件 (ガイドライン)

使用目的	診 断		コンサルテーション			備 考
			症例検討 多施設同時	病診連携		
1. 運用	緊急	随時	定期的	随時	緊急	
2. オリジナル画像 の 情報量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フィルムデジタイザ (200um,10bit)</li> <li>・機器からの直接画像伝送</li> </ul>		CCD カメラ ビデオ・キャプチャ			<ul style="list-style-type: none"> <li>・運用には観察者の専門性が必要</li> <li>モノクロ/カラー-CRT、胸部X線、歯パノラマ、(マンモグラフィを含む)</li> <li>・ROC解析で問題なし</li> <li>CT.MRI: 1/10 画像圧縮で可</li> </ul>
3. モニター の 性能	高精細 (1K~) モノクロ・カラー-CRT (眼底、皮膚、内視鏡画像、などを含む)		精細度: (500本) カラー-CRT			
4. 電子保存 と セキュリティ	必要					共通利用性・再現性・安全性 病態情報が再現されること MOD, CD-R, DVD ISCL
5. ネットワーク の セキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セキュリティが必要 (現状では専用回線)</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>・検討が進んでいる</li> <li>・静止衛星による多施設同時性広域性伝送</li> </ul>
6. 持続性	有					DICOM3.0
7. 双方向通信性	要					目的に合った活用が必要
8. 診療報告書	要					MERIT 9 or DICOM 3.0 Supl.23
9. 診療報酬化 診療情報提供	◎	◎	△	○	○	普及のため早急に解決 (健保委員会との協議が必要)
備 考	付加的な診療支援機能		医療・教育的効果			