



Title	ISDNとSamll Computerによる高精細Teleradiology System
Author(s)	滝沢, 正臣; 曾根, 脩輔; 青木, 純 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1995, 55(1), p. 65-69
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16767
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

ISDN と Small Computer による高精細 Teleradiology System

滝沢 正臣¹⁾ 曾根 脩輔¹⁾ 青木 純¹⁾ 今井 豊¹⁾
酒井 文和¹⁾ 唐木田 修¹⁾ 山下久仁彦²⁾ 百瀬 充浩²⁾
丸山雄一郎²⁾ 堀口 真寿³⁾ 森永 勝浩³⁾

1) 信州大学医学部放射線医学教室 2) 佐久総合病院放射線科 3) NTT 画像通信事業本部

High-Resolution Teleradiology System Based on ISDN and Small Computer

Masaomi Takizawa¹⁾, Shusuke Sone¹⁾, Jun Aoki¹⁾,
Yutaka Imai¹⁾, Fumikazu Sakai¹⁾, Osamu Karakida¹⁾,
Kunihiko Yamasita²⁾, Mitsuhiro Momose²⁾,
Yuichiro Maruyama²⁾, Shinju Horiguchi³⁾
and Masahiro Morinaga³⁾

A high-speed, high-resolution teleradiology system based on the Integrated Services Digital Network (ISDN) is described. The LAN at Saku Central Hospital and the Radiological Department at Shinshu University Hospital (60 km) are interfaced to a Macintosh computer with an image digitizer, interactive display, and network interface. The transmission time for a digitized high-resolution radiographic image with 4.39 megabytes was 358 seconds using a 128 kbps (kilobit-per-second) channel (B1+B2), and the mean transmission rate was 98.1 kbps. Teleradiology conference is also available using this system. Radiologists can observe the same high-resolution images on the CRT screen simultaneously at two different remote hospitals, indicating a point of interest on the image by means of a mouse cursor. Graphical data of interest to the radiologists are also transmitted and displayed on the CRT.

Research Code No. : 209

Key words : Teleradiology, ISDN, 64kbps,
Teleradiology conference

Received Jan. 5, 1994 ; revision accepted Feb. 23, 1994

1)Department of Radiology, Shinshu University, School of Medicine/2)Department of Radiology, Saku Central Hospital/3)Visual Communications Sector, NTT Co.

はじめに

医療施設が相互に協力して日常的な診療の連携を保つことにより、良質な医療を行うことが求められているが、山岳や道路環境、あるいは遠隔地などの事情が施設間の有機的な連携や即時的な相互支援活動を阻んでいる。これを緩和するために、各種医療情報を施設間で即時的に伝送するシステムの導入が必要な状況になっている。

放射線医学の分野では、Teleradiologyとして、アマチュア無線¹⁾、TV回線²⁾、衛星回線³⁾などの手段により画像伝送が実施されてきたが、現在は電話回線による方法⁴⁾が最も普及している。しかし、最近における画像の高精細化や診断に必要な画像数の増加は伝送時間の延長をきたし、この方法では実用性が乏しくなりつつあると思われる。そしてこれに代わる高速伝送の実現のために、デジタル商業回線のISDN (Integrated services digital network) の利用⁵⁾⁻⁹⁾が考えられはじめた。現在この回線は本邦のほぼ全域で利用できるようになっているが、この回線による高精細の放射線画像伝送システムは、一般施設で利用しやすいものが開発されていない。しかしその医用画像伝送への応用は多くの施設で要望していると思われる。

われわれは、医療施設間での相互支援が十分とはいえない長野県下の環境を改善し、各施設で日常的に放射線科医が利用できるTeleradiologyの方法をこれまで探ってきたが^{10),11)}、今回ISDN回線およびPersonal Computerで構成される小型のシステムを開発し、松本市の信州大学病院(670床)と、約60km離れた長野県南佐久郡白田町の佐久総合病院(1000床)との間で高精細放射線像の双方向通信とTeleradiology conferenceを試みた。ここではシステムの機能を中心に報告する。

方法と装置

公称伝送速度が64kbps (INSNet64, NTT) のISDN回線を使用し、信州大学医学部放射線科と佐久総合病院放射線科間で放射線画像の伝送を行うシステムとして、両

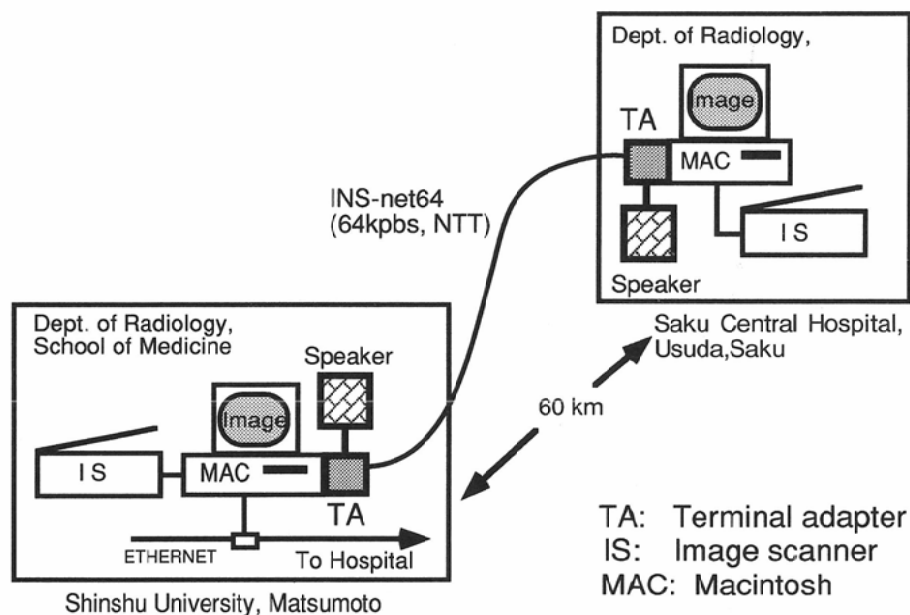


Fig. 1 Block diagram of teleradiology communication links ISDN network between Shinshu University Hospital and Saku Central Hospital

施設に画像端末としてパーソナルコンピュータ（佐久病院側 Macintosh Quadra 700, 信州大学側 Macintosh Quadra 950, Apple, 以後 MAC）を使用した。画像伝送用ソフトウェアは新たに開発したものを、受信画像観察には 16 インチの CRT, および市販の Photoshop (Adobe) を用いた。ISDN 回線と MAC とを接続する通信端局装置 (TA, Terminal adapter) には、試作装置 (NTT, 最大 1536kbps で動作可能) を用いたが、速度比較のため他に 2 種の市販 TA を使用した。試作 TA にはデジタル電話が附属し、画像伝送中でも音声による連絡が可能である。また、1 回線で 64kbps (B1) と 128kbps (B1+B2) のチャンネルを使い分けることができる。

走査範囲が 420×295mm (A3 版), 最大空間分解能 600DPI(dot-per-inch), 濃度分解能はモノクロ 8bit, カラー 24bit のイメージスキャナ (JX610, Sharp) を画像入力のため使用した。画像の表示には 1024×768 画素の 16 インチ CRT モニター (72DPI, Apple) を用いた。Fig. 1 にシステムの全体構成と伝送システムを示した。佐久総合病院からの画像は医学部放射線科で受信し観察したが、必要により RIS (Radiology information system) の Ethernet 経由で附属病院 PACS (Picture archiving and communication system) 装置に伝送できるシステムとした。単純 X 線像, CT 像を問わずフィルムに記録された放射線像を入力し伝送した。

ISDN 回線 B1, B2 の一方を利用して遠隔画像診断カンファランスを試みた。遠隔カンファランスに関しては、ISDN の電話器に外部スピーカーを取りつける形の音声拡大装置によって複数の参加者が対話できる方法をとった。これにより双方の参加者が、同じ画像をモニターで見ながら

Table 1 Measured Mean Transmission Rates of the Shinshu University and the Saku Central Hospital Teleradiology System (Image size: 303×432mm, Resolution: 150DPI, 1720×2550, Density: 8bit, Data size: 4, 386kB)

Stage	Time
Set-up	70sec
Image scanning	20
Preparation of transmission	75
Transmission	358 *
Display	30

* 128kbps channel (B1+B2)

Table 2 Comparison of effective transmission rates among three types of ISDN communication interface

Mode	64kbps (B1)	128kbps (B1+B2) (64×2)
Interface-A	55.8kbps	98.1kbps
Interface-B	37.2kbps	57.7kbps
Interface-C	50.2kbps	—

討論することができた。また、必要によりマークや図形を相手に伝送できるソフトウェアを開発した。

結 果

画像の単純 X 線像, CT, MR 像や読影実験用ファントム像などこれまでに約 250 フィルムがすべて非圧縮で伝送された。画像入力は空間分解能が 150-200DPI を用いて行ったが、これは標準化サイズが 169-127μm に相当し、デ

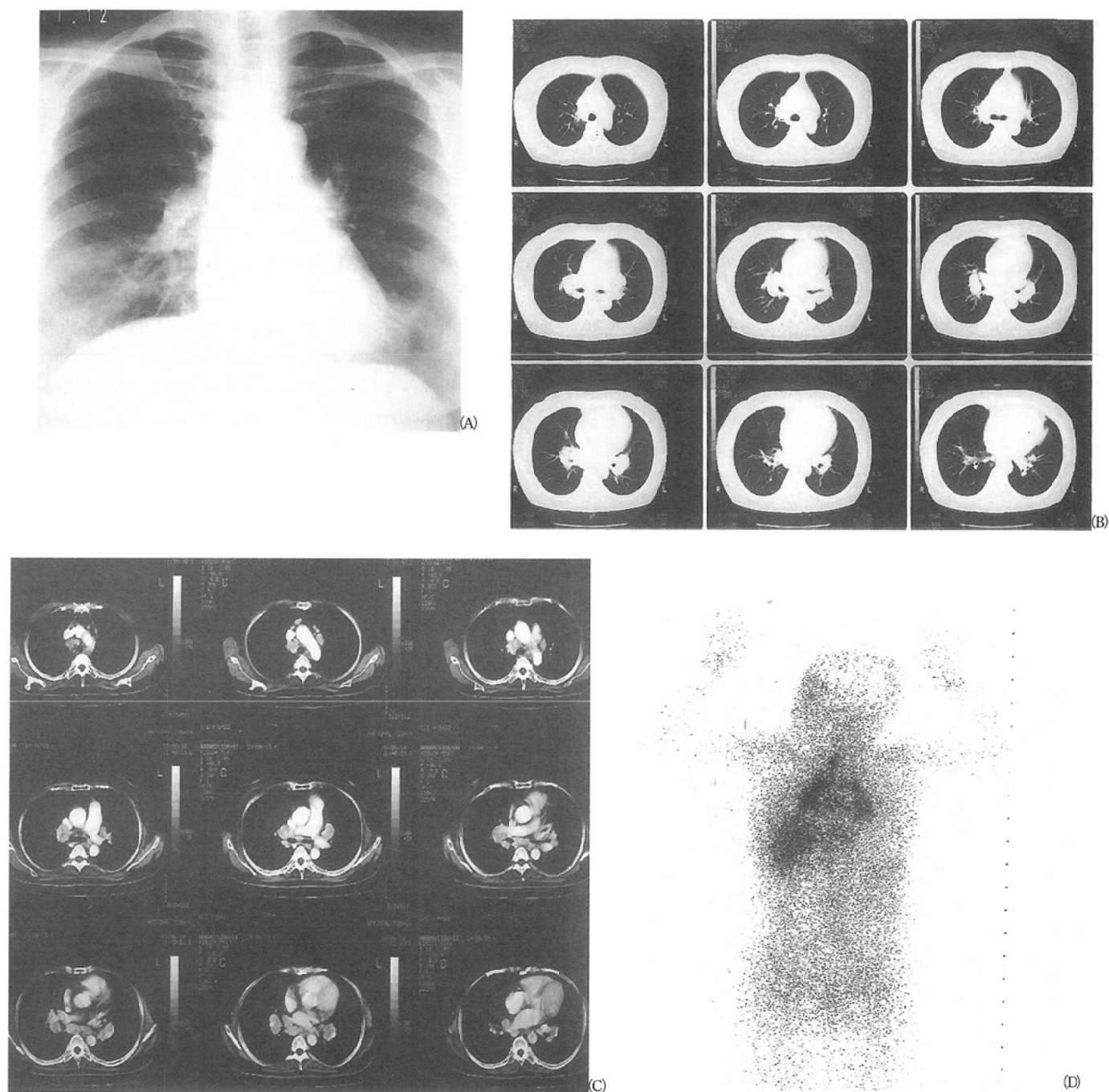


Fig. 2 Images transmitted for teleradiology conference from Saku Central Hospital to Shinshu University Hospital:
(A) A plain chest image, (B) CT images of the lung and (C) of the mediastinum, (D) a bone scintigraphy.

ータ量は大角サイズでは最大 2755×2755 , 約 7.6MB であった。通常は 150DPI で画像を入力し、階調を 8 ビットに圧縮するためのガンマ補正を行った。

Table. 1 に、システム操作に特別の訓練を受けていない放射線科医が、半切サイズの単純 X 線フィルム 1 枚の入力から伝送終了までに要した時間を示した。TA の種類による実伝送時間は、Table. 2 に示すように試作装置および市販の TA を使い、B1 チャンネル単独、および B1+B2 チャンネル併用について測定された。コンピュータおよび磁気ディスクへのアクセス時間を含めた実効伝送速度は、B1 のみの場合で 37-56kbps, B1+B2 併用で 58-98kbps で

あり、TA の種類によりデータ伝送速度に差が認められた。この差は B1 単独使用の場合も、B1 と B2 併用の場合でもあまり変わらなかった。いずれの場合でも公称最大伝送速度には達しなかった。画像へのノイズの混入は認められなかったが、複数画像の伝送中システムが停止した例があった。この場合 TA のユニットを初期化して、伝送を再開する必要がある。受信画像は Photoshop で表示したが、画素サイズが 1024 を超える画像では、最初に画像を 2 分の 1 縮小して表示し全体像を観察、その後、実サイズで画面をスクロールして詳細観察した。レーザー記録された CT などのフィルムでは、明るさの調整を必要とする例

があった。

Fig. 2 に伝送した画像の例を示した。この伝送例では、診断のコンサルタント依頼の目的で、単純X線写真が3枚、CT 4枚、通常の断層像1枚、シンチグラム2枚が伝送された。すなわち、計14MBのデータが信州大学病院へ伝送されたことになるが、この総伝送時間は約19分(B1+B2並列伝送)であった。これは1MB当たりの伝送速度が81秒であったことを示している。

遠隔カンファランスは、あらかじめ必要な複数の画像を伝送しておき、両施設の放射線科医が参加し、CRT上に表示した同一画像につき音声拡声装置を利用して意見交換を行った。この場合新たな画像をCRTに表示するのに約20秒を要したが、このためカンファランスが中断されることはなかった。しかし、新たな画像を追加伝送する場合には、5分以上を必要とした。矢印や円など、ROIの情報、B1チャンネルによりリアルタイムで他施設に伝送されたが、双方の施設の参加者が画像上の同一部位を注目するのに極めて有効であった。

考 察

放射線医学領域における画像機器の進歩により、比較的小規模の医療施設においてもMRが導入されるなどの著しい変化が急速に生じている。また、種々の検査を必要とする疾病の多様化や、救急患者の増加により診断の難しい症例、即時的に高度な判断を必要とする症例が日常的に発生している。これらの症例のうち、各施設内ですべてを処理することは必ずしも容易でなく、他施設の専門医に診療を依頼しなければならない症例もありうる。しかし現在は専門領域の診断医の常駐する施設などへの診療依頼には種々の困難が残されているが、その最大の問題は、フィルムなど医療データの搬送である。

Teleradiologyは、このような環境下での施設間の連携を助けるシステムであり、これまで多くの通信手段を利用して行われてきた。このうち最も多いのが電話回線であったが、最近の検査のように発生像数が増えると必要な画像を短時間には伝送できず、緊急の際に間に合わないし回線の占有時間も延長する。このことから伝送の高速化のためデジタル商業回線であるISDNが使われ始めた。ISDNは世界的に利用可能となりつつある高速デジタル伝送法であり、今後急速に普及すると予測される。現在は、公称伝送速度が64kbps, 384kbps, 1,536kbps(日本の場合、北米では56kbpsが多い)であるが、64kbps以外は光ファイバー回線が必要で、ランニングコストも高い。Learら(1989)は基幹病院と小規模のサテライト病院との間で56kbps ISDN回線とパーソナルコンピュータとを使用して高精細画像を伝送した。またTempletonら(1991)は高速の専用回線(T1)により、複数の56kbps回線を利用した高速画像伝送を試みており、24回線を用いたとき1画像当たり48秒の最大伝送速度を記録してい

る。このような高速商業回線の使用法は、現時点で回線料が高い上、この分野での保険診療請求の分担が明確でない本邦では経済性の点から実現困難で、今後関連学会や医療機関で早急に検討し解決しなければならない問題であろう。

デジタル回線は、現在の狭帯域のISDN(Narrow band ISDN, 最大1.53Mbps)から、さらに高速なB-ISDN(Broad band ISDN)へと発展してゆく過程にあり、近未来には1.5Mbpsが普及すると考えられる。

本邦では、松岡ら(1991)がfloppy disk(FD)を介した伝送を試み⁷⁾、また、井上ら(1992)は64kbps回線をPACSに接続し診療施設と医用機器工場との間で画像伝送実験を試みたが、回線トラブルによる伝送中断が発生し、回復に時間がかかったと報告している⁸⁾。われわれの実験では伝送エラーが画像に影響することはなかったが、複数の画像を連続伝送している間に接続が中断することがあった。井上ら(1992)はまた市販TV電話利用による放射線線量分布伝送も試みている⁹⁾。

ISDNに接続する画像伝送装置は医療用としてはまだ少ないが、今後、われわれやLearらのようにパーソナルコンピュータによるシステムを使うか、PACSなどの装置を使うかは、伝送施設間での協議によるが、伝送頻度が1日数件以内なら前者が実用性に優れていると考えられる。最近ではパーソナルコンピュータの性能向上が著しいため今後低価格で高機能なシステム構築に期待が持てる。

ISDNを利用した遠隔会議システムは現在企業の本社一社支店間などでの利用が増加している。これらのシステムでは、TVカメラの画像を高度に圧縮して伝送しているため画質が十分でなく、また装置コストは高い。われわれは、画像上に重ねる矢印ポインターと、ROIを示す図形情報を伝送し、音声はBチャンネルのデジタル電話に拡声器を取り付けたシステムを開発したが、複数の放射線科医が参加する場合に有用であった。

商業回線を医療情報伝送に利用する場合に伝送経費が大きな問題である。デジタル回線は速度や使用目的により費用が細分化されており、その選定には利用目的や伝送頻度、運用時間などを事前に検討する必要がある。われわれの場合は、NTTの協力により実験回線として利用できたが、現実には有償運用した場合、64kbps回線での基本料金は月額5390円(1993年12月現在)で、信州大学病院から約60km離れた佐久病院との時間制利用料金は、昼間3分間50円、夜間は30円(いずれも64kbps, 128kbpsで送信した場合は2倍)である。われわれの実験での半切X線写真1画像当たりの平均伝送時間629秒(Table. 1)では、昼間200円、夜間120円の伝送費がかかる。1症例で同じサイズの画像が10枚送られた場合2000円となり、これは決して安い費用とはいえない。このことから、日常伝送では、データ圧縮伝送や、急患でなければ夜間(午後7時-)の伝送が不可欠と考えられる。また、必要と考えられる最小限の画像を伝送することも大切となろう。伝送所

要時間は、これらの因子に加え、TA の種類やコンピュータの速度、通信ソフトウェアに関係するため、導入時の詳細な検討が必要である。Teleradiology を実用に供するためには、もう一つの重要な問題であるデータ圧縮の検討が不可避であり、画質の検討は現在の非圧縮での画質評価後に追加したいと考えている。

結 論

高分解能の放射線像をデジタル商業回線である ISDN とパーソナルコンピュータを用いて伝送した。また、遠隔画像診断カンファランスを試みた。伝送費用の軽減についての検討が今後必要となるが、高精細の放射線像やカラー像などの伝送が広範囲の医療施設に対して可能であり、地域医療への貢献に役立つと思われる。

文 献

- 1) Webber MM, Wilk S, Pirruccello R et al : Telecommunication of images in the practice of diagnostic radiology. Radiology 109 : 71-74, 1973
- 2) Andrus WS, Dreyfuss JR, Jaffer F et al : Interpretation of roentgenograms via interactive television. Radiology 116 : 25-31, 1975
- 3) Jelaso DV, Southworth G, Puecell LH : Telephone

transmission of radiographic images. Radiology 127 : 147-149, 1978

- 4) Page G, Gregorie A, Galand C et al : Teleradiology in Northern Quebec. Radiology 140 : 361-366, 1981
- 5) Lear JL, Manco-Johnson M, Feyerabend A et al : Ultra high-speed teleradiology with ISDN technology. Radiology 171 : 862-863, 1989
- 6) Templeton AW, Dwyer III SJ, Rosenthal SJ, et al : A dial-up digital teleradiology system : technical considerations and clinical experience. AJR 157 : 1331-1336, 1991
- 7) 松岡順之介, 小野稔, 立志優子, 他 : ISDN によるデジタル画像の伝送. 映像情報 (M) 23 : 686-688, 1991
- 8) 井上武宏, 北川一美, 金東石, 他 : 64kbps-ISDN と mini-PACS を用いた画像伝達実験について. 日本医放会誌 52 : 411-413, 1992
- 9) 井上武宏, 井上俊彦, 大谷雅俊, 他 : ISDN 用テレビ電話の放射線治療画像伝送への応用について. 日本医放会誌 53 : 481-483, 1993
- 10) 滝沢正臣, 曾根脩輔, 春日敏夫, 他 : マイクロ波情報ネットワークによる放射線画像の伝送. 日本医放会誌 54 : 1165-1171, 1994
- 11) 滝沢正臣, 曾根脩輔, 青木 純, 他 : 大学内マイクロ波 LAN をベースとした高速/高精細 Teleradiology System. 日本医放会誌 54 : 1285-1293, 1994