

Title	医用ファクシミリの放射線像記録システムとしての有用性の検討
Author(s)	滝沢, 正臣; 曾根, 脩輔; 清野, 邦弘 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1996, 56(6), p. 432-435
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/20139">https://hdl.handle.net/11094/20139</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

# 医用ファクシミリの放射線像記録システムとしての有用性の検討

滝沢 正臣<sup>1)</sup> 曾根 脩輔<sup>1)</sup> 清野 邦弘<sup>1)</sup> 酒井 文和<sup>1)</sup> 青木 純<sup>1)</sup>  
小口 和浩<sup>1)</sup> 芹沢信一郎<sup>1)</sup> 柴田 篤志<sup>1)</sup> 河合 卓<sup>2)</sup> 五味光太郎<sup>3)</sup>

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診断科 3) 長野赤十字病院放射線科

## Evaluation of Image Quality of Medical Facsimile as a Radiological Image Recording System

Masaomi Takizawa<sup>1)</sup>, Shusuke Sone<sup>1)</sup>,  
Kunihiro Kiyono<sup>1)</sup>, Fumikazu Sakai<sup>1)</sup>,  
Jun Aoki<sup>1)</sup>, Kazuhiro Oguchi<sup>1)</sup>,  
Shinichiro Serizawa<sup>1)</sup>, Atsushi Shibata<sup>1)</sup>,  
Takasi Kawai<sup>2)</sup> and Koutaro Gomi<sup>3)</sup>

We examined the usefulness of a new medical facsimile (MFAX) system in recording and transmitting various kinds of medical images, including X-ray images and colored histopathologic images.

The system consists of an image scanner, a magnetic disk for image storage, a transmission circuit and a thermal image printer. Transmission time for a FCR (Fuji computed radiography) image by super-fine mode was 6 minutes. We used ROC (receiver operating characteristics) curves to evaluate the ability of eight radiologists to detect the small simulated nodules placed on an anthropomorphic chest phantom and shown on MFAX images. The radiologists observed both the FCR films and MFAX copies and determined the presence or absence of simulated nodules using five confidence levels. The results obtained for FCR films and MFAX images showed no statistically significant difference.

Research Code No. : 209

Key words : Teleradiology, Medical image facsimile, ROC analysis

Received Dec. 21, 1994; revision accepted Jun. 7, 1995

- 1) Department of Radiology, Shinshu University, School of Medicine  
2) Department of Radiology, Saku Central Hospital  
3) Department of Radiology, Nagano Red Cross Hospital

## はじめに

放射線診断のための画像記録系として現在透過型フィルムが使用されている。これは高い空間分解能と濃度分解能ですぐれた記録材料といえる。しかしながら、最近の放射線診断学ではCTやMRIなどが重要な役割を果たしており、また、単純X線写真についても在来の方法に代わってcomputed radiography (CR)などのデジタル画像が使用されるようになってきたので、これらの画像データの記録媒体のあり方が問題であり、それはデータ量の多いデジタル画像法を今後経済的に保存し、いかに有効利用するかという点から重要である。

われわれは最近、医用静止画像の記録と伝送に新たな可能性を示す医用画像ファクシミリ(医用FAX)<sup>1)~3)</sup>に注目した。この装置の画像は従来のX線フィルムに代えて昇華型感熱記録紙に出力される。石橋らは、医用FAX像の画質について、すでにテストチャートおよび各種臨床画像を使い視覚的に評価している。空間分解能は200dpi(スーパーファインモード-SF)であり、また、濃度の再現性もよく、SFモードでは臨床で用いているX線フィルム像と同等程度と報告しているが、ROC解析などの客観的評価は行っていない<sup>3)</sup>。

今回われわれは、医用FAX像の濃度分解能が放射線像の観察に充分かどうかを胸部ファントムとその表面に付着させた疑似結節の読影実験により客観的に検討した。

## 装置および方法

### 使用装置

Fig.1に実験に使用した画像伝送/記録システムは、医療用カラーファクシミリ(MEDIX MF-5500, 国際メディコム, KDDテクノロジー製)である。Fig.2はこのシステムのブロックダイアグラムであり、画像入力部(image digitizer)と画像保管(image memory)、画像制御/圧縮部(process control/image compression unit)、画像記録部(image printer)、および画像伝送部(communication unit)から構成される。以下にユニットの概要を記す。

- 1) 画像入力部: 600dpiのリニアイメージセンサを用いてい

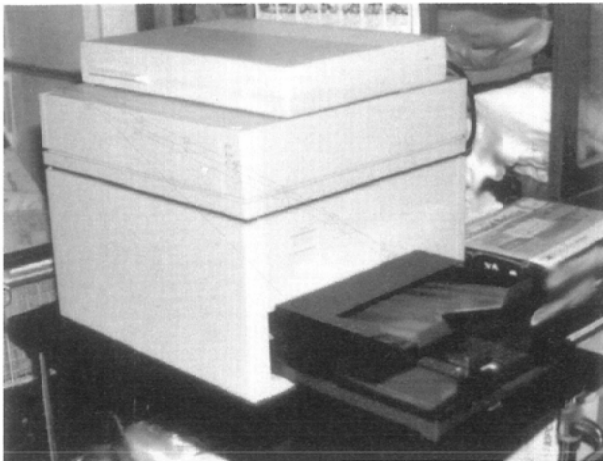


Fig.1 Medical Fax system

る。X線写真などの透過型画像，病理組織像の写真や印刷原稿などの反射画像のいずれも取り扱える。入力可能な最大画像サイズは216×356mm(リーガルサイズ)でA4版よりやや大きい。空間分解能は，3段階，すなわち，Standard-S(100×100dpi)，Fine-F(100×200dpi)，Super fine-SF(200dpi)があり，伝送時いずれかを選択する。小サイズの画像を拡大(ズーム)して入力した場合，最大600dpiの空間分解能が使用できる。画像読みとりの際の濃度分解能はモノクロームで256段階，カラーでは赤(R)，緑(G)，青(B)が各256段階である。光源の明るさは1%単位で調整できる。画像入力時に目的部位を最適な濃度で記録するために6領域(Fig.3)のうちの一つを指定し，これにより濃度の自動補正が行われる。

2)画像記憶部：磁気ディスクを用いる。モノクロームの標準モード(S)像で400画像，高精細(SF)像で100画像が保管される(Table 1上欄)。

3)圧縮伝送部：伝送はモデムと電話回線により行われる。伝送速度は2.4 kbpsから14.4kbpsまで回線の状況により6段階に自動切り替えされる。最短伝送速度はモノクロームの場合，Sで1.5分，カラーで3分である。伝送時間の短縮には，AVQ(adaptive vector quantization)方式による3段

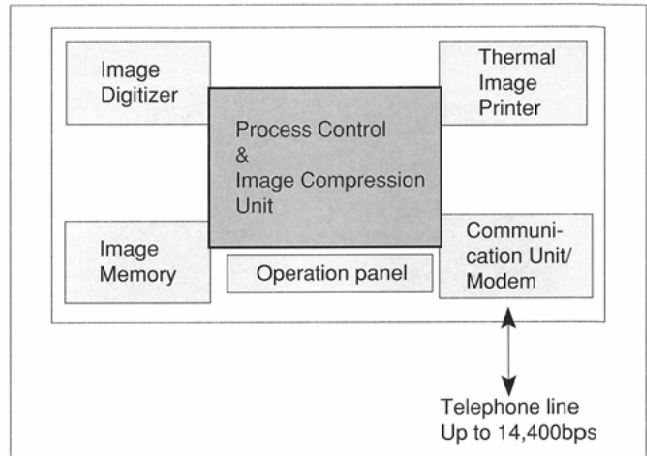


Fig.2 Blockdiagram of the Medical FAX.

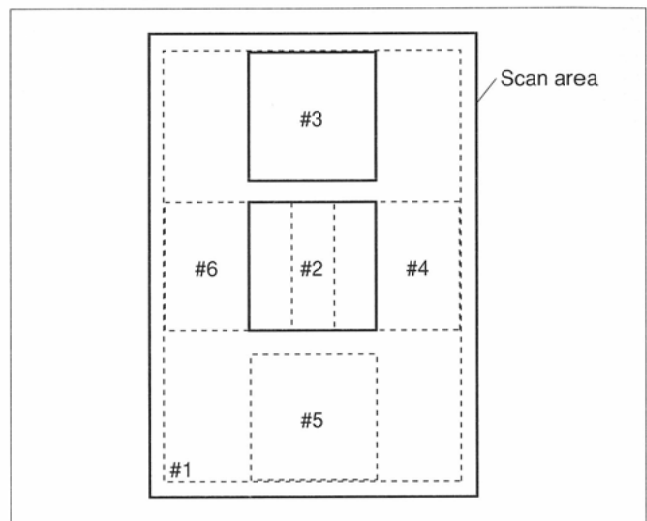


Fig.3 Six boxes indicate the area where density of the hardcopy will be optimized by the Medical FAX.

階の画像圧縮が用いられている(Table 1下欄)。

4)画像記録部：昇華型感熱記録法によって，モノクローム像で最大8ビット(256階調)，カラーは最大24ビットの濃度で記録される。A4サイズの記録速度は約3分である。記録には紙またはOHPシートが使える。

Table 1 Image memory capacity and transmission time of the Fax system

Mode		STANDARD	FINE	SUPER FINE
		STANDARD	FINE	SUPER FINE
Compression rate		1/40	1/20	1/10
No. of Image Memory	Color image	200	100	50
	Gray scale image	400	200	100
Transmission Time	Color image	3min	6min	12min
	Gray scale image	1.5min	3min	6min

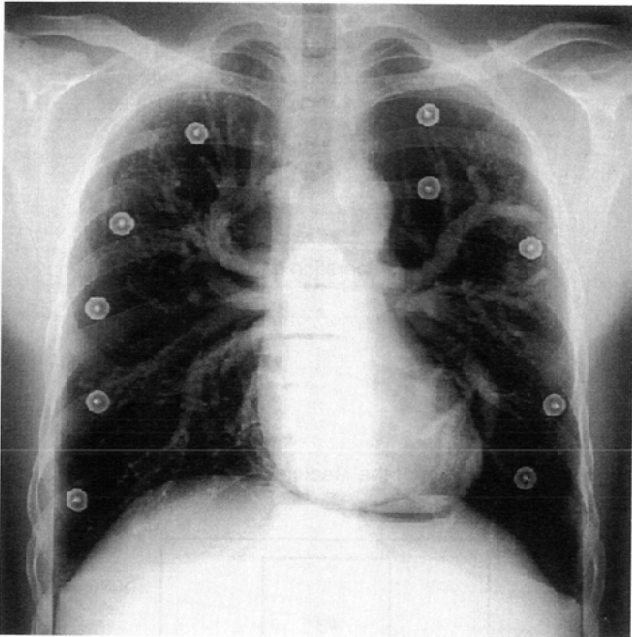


Fig.4 White circles on chest image indicate the ten places of simulated nodules

Table 2 Az values from ROC study : FCR-Film vs Medical FAX

Modality	Az value
FCR-Film	0.786±0.013
FAX-1	0.769±0.014
FAX-2	0.764±0.014

方 法

胸部X線像をX線フィルムに記録した場合とこれを医用FAXに記録した場合の濃度分解能の差を比較するため、当教室の清野らが先に疑似病巣検出率の検討に用いたFCR画像データ<sup>4)</sup>を用いた。清野らは胸部ファントム(京都科学, PBVSS2)の背側表面にビニール製の径8mmの半球形の疑似結節をはりつけ、これをFCR装置により撮影した。X線撮影には三相12パルスのX線発生装置を用い、管電圧は135kVpであった。

肺野内に配置した左右5ヶ、計10ヶの疑似結節をFig.4に示した。Fig.のごとく疑似結節は肋間、肋骨にそれぞれ同数置かれている。各評価用画像上では、実際に疑似結節が配置されているのは10カ所のうち5カ所だけで、残りの5カ所には存在しない。疑似結節の濃度は予備実験により検出限界の濃度に調整してある。このようにして配置をランダムに変えた計20枚のCRフィルムが作製された(清野ら<sup>4)</sup>)。

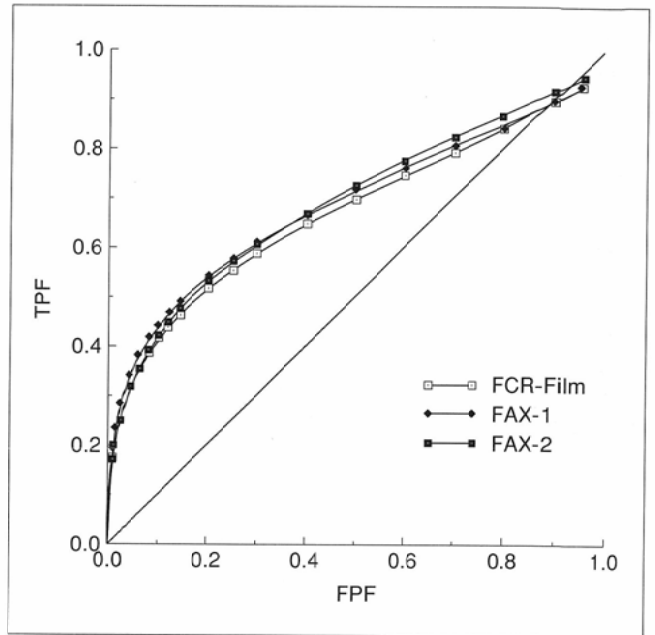


Fig.5 The ROC curves for the eight radiologists : FCR films vs Medical FAX image

Table 3 Az values from ROC study : Seniors vs residents.  
(significant (p<0.05) : FAX-2 Seniors<FAX-2 Residents)  
(significant (p<0.02) : Seniors FAX-1>Seniors FAX-2)

	FCR-Film	FAX-1	FAX-2
Seniors	0.791	0.851	0.702
Residents	0.794	0.773	0.805
Total	0.786	0.769	0.764

FCRフィルムを医用FAXに入力する際の画像濃度調整のための領域指定は、Fig.3の#3、と#2とし、それぞれに出力された像をそれぞれFAX-1およびFAX-2とした。FAX-1はFCRフィルム上では、縦隔上半部の高さ、またFAX-2は縦隔下半部の高さで両側に肺野を少し含んでいる。これにより各20枚、計40枚のテスト用画像が記録された。評価画像は部門内の電話回線を使用し、SUPER FINE mode(1/10 AVQ圧縮)、14.4 kbpsで伝送後200×200 dpiで記録系に出力した。

オリジナルのFCRフィルム20画像、および医用FAXの40画像をresidents 3名を含めた8名のseniorsが個別に読影した。FCRフィルムの読影は日常使用中のシャウカステンで行い、医用FAX像はシャウカステンの照明下で行った。画像上の10カ所の疑似病巣の存在の有無を5段階の確信度で読影し、その結果からROC曲線を作成した。ROC解析の基本ソフトウェアは、シカゴ大学Metzらが作製したものを用い、パーソナルコンピュータ(Quadra 700, Apple)により

解析した。統計学的な有意差は各ROC曲線下の面積Az (area under curve) 値からt検定で行った。

## 結 果

Fig.5に、8名の放射線科医により読影されたFCRフィルムおよび医用FAX像のROC曲線を示した。フィルムと医用FAXの間にはほとんど差がなく、t検定での有意差も認められなかった(Table 2)。FAX-1およびFAX-2の条件で入力され、記録された医用FAX像間での識別能にもほとんど差がなかった。しかし、経験年数が3年以上のseniorsとresidentsでは、Table 3に示すようにフィルムとFAX-2の像で識別結果に有意差が認められた( $p < 0.05$ )。経験年数が3年以上の放射線科医ではFAX-1とFAX-2との間には有意差( $P < 0.02$ )があり、FAX-1がよい結果を示した。

## 考 察

人が識別できるフィルムの最小濃度差は約0.03であり、X線写真をシャカステン上でみる場合に観察される濃度域はおよそ0.3から2.3までである。したがって、この濃度範囲を0.03の濃度分解能で観察することは約70段階の階調で記録することに相当する。これに対し、医用FAX装置の昇華型プリンタは最大256階調で記録される。このことから、肺野と疑似病巣の濃度がこの範囲で記録されていれば、記録条件上は診断可能な範囲の濃度が得られる可能性がある。石橋らは、0.17から2.75まで10段階の濃度分解能測定用X線チャート(フィルム)を医用FAXで読みとり、その出力像からは10段階すべてを識別できたとしている<sup>3)</sup>。しかしながら、256階調で放射線像、特に単純X線像の記録が十分かどうかについては疑問もあり、10bit階調の入力や印刷をもつ装置開発が今後必要となる可能性もある。

今回の胸部ファントムによるFCR像と医用FAX像との疑似病巣の検出能の評価で有意差が認められなかったのは、肺野とこれに重なる疑似病巣の濃度がこの範囲内にあり、かつフィルムに比較してコントラストが高くなったため、観察しやすくなったと考えられる。しかし、フィルムによる疑似病巣の読影では結果が比較的一定であったのに対し、医用FAXの画像の画質評価ではバラツキが認められた。Table 3ではseniorsとresidentsで、FCR-filmでは同等なのにFAX-2像では良い結果で、FAX-1像でAz値は逆転して

おり、Totalでは差がない。この理由の詳細はわからないが、読影対象がX線フィルムでなく、紙への記録像であったためのとまどいなどもあるもの考えられる。

本装置を用いてプリントされた放射線像の評価は石橋らが試みており、臨床評価ではCTやDSAのみならず胸部単純写真や骨格等の単純写真でもオリジナルのX線像と比較して同等程度であり、診断になんら支障がないと報告している<sup>3)</sup>。このことやわれわれの検討結果からは、医用FAXは放射線診療に使えるとも考えられる。しかし、胸部単純X線写真で診断される病巣には種々のものがあり、石橋らの結果や、われわれが実験した疑似結節による結果のみで医用FAXの有用性は結論できない。また、受信医用FAX像の表示法についても検討の余地があり、対象となる病巣を考慮にいれたものが望ましいかもしれないが、これらは今後の検討課題となろう。

現行の医用FAXは、入力可能なフィルムサイズが大四つ切に限定され、在来の大角版などがそのまま伝送できないこと、使用中の印画紙が1枚300円程度とまだ高価なこと、受信画像は全て印画されてしまうこと、すなわち印画せずCRTによる観察のみ行うなどの使い分けが困難なこと、伝送手順がG4規格のように国際的に標準化されたものでないこと、などの問題点が挙げられる。しかしながら、伝送系を含めた新しい医用画像記録/伝送法として将来TeleradiologyやTelepathologyに役立つ可能性はある。今後画像圧縮などを含め、さらに種々のX線像の伝送を行うに必要な空間分解能等の検討を行わなければならないと考えている。

## 結 論

新しく開発された医用カラーファクシミリの出力(受信)画像が画像診断を行うのに役立つかどうかを、胸部ファントムと疑似結節を使用し、FCRのX線フィルム像と比較した。実験結果では、濃度分解能の点から医用FAX像における結節検出能はフィルム像との有意差がなく、医用ファクシミリがTeleradiologyに役立つ可能性がある結論された。

医用ファクシミリの画像評価の機会を提供いただいた羽田卓也および菊池文衛両氏(国際メディコムCo.)に感謝いたします。

## 文 献

- 1) 斎藤利治, 岩織廣昭, 他: カラー静止画像通信装置 cpMunsel. テレビジョン学会技術報告 15: 21-26, 1991
- 2) 衣畑晃治: 医療用カラーファクシミリ. 映像情報(I)24(10): 41-47, 1992
- 3) 石橋忠司, 佐藤明弘, 他: 医療情報用カラーファクシミリを用いたテレラジオグラフィの検討. 映像情報(M)25: 993-999,

1993

- 4) 清野邦弘, 曾根脩輔, 酒井文和, 他: Fuji コンピューテッドラジオグラフィ(FCR)に適した付加X線フィルタおよび管電圧の検討—胸部ファントムにおける疑似結節の検出能からみて—. 日本医放会誌 54: 1126-1135, 1994