

〔原著〕 松本歯学 23 : 24~28, 1997

key words : Dental radiograph - Apical Periodontitis - CRT monitor - CRT diagnosis - ROC

歯科用X線フィルムの電子保管のための画像評価  
第2報 根尖病巣におけるデンタルX線フィルムと  
CRT画像との画像評価

内田啓一, 滝澤正臣, 人見昌明, 深澤常克  
和田ゆかり, 酒徳明彦, 長内 剛, 和田卓郎

松本歯科大学 歯科放射線学講座 (主任 和田卓郎 教授)

古谷真澄, 松山英基, 井上雅央, 平岩孝英  
笠原悦男, 安田英一

松本歯科大学 歯科保存学第2講座 (主任 安田英一 教授)

Comparative Study of Image Performance for Digitized Image Archiving  
No. 2: Image evaluation on dental radiographs  
and CRT imaging in apical periodontitis

KEIICHI UCHIDA, MASAOMI TAKIZAWA, MASAOKI HITOMI,  
TSUNEKATSU FUKAZAWA, YUKARI WADA, AKIHIKO SAKATOKU,  
KATASHI OSANAI and TAKUROU WADA

*Department of Oral Radiology, Matsumoto Dental College  
(Chief : Prof. T. Wada)*

MASUMI FURUYA, HIDEKI MATSUYAMA, MASAO INOUE,  
TAKAHIDE HIRAIWA, ETSUO KASAHARA and EIICHI YASUDA

*Department of Endodontics and Operative Dentistry, Matsumoto Dental College  
(Chief : Prof. E. Yasuda)*

### Summary

Electronic image-reading and storing of radiographs obtained in the field of stomatology is a goal in dental radiology. Using a popular-type image scanner with an 8-bit intensity level, original dental radiographs and images on a CRT monitor have been compared and evaluated visually. To make this evaluating method more concrete, the optimal conditions for image scanning were obtained, then, using actual images on apical

---

(1997年2月18日受付; 1997年3月12日受理)

本論文の主旨は, 第43回松本歯科大学学会総会(1996年11月)および第174回日本歯科放射線学会関東地方会(1996年12月)において発表した。

periodontitis and the receiver operating characteristics (ROC) analysis, more objective evaluation of the original radiographs and CRT images was attempted. The dental radiographs were converted to electronic signals, and images on CRT were evaluated by the ROC analysis. The evaluations were similar to those obtained with the dental radiographs. In the examination of apical periodontitis, image-reading and diagnosis on CRT is feasible. It appears to be important for the observer to have sufficient prior understanding of the characteristics of the scanner and that the radiographic imaging be performed with an adequate X-ray dose.

緒 言

歯科放射線科では口腔領域のX線画像を電子化し読影や保管を行うことを最終目的として、これまで8ビット階調をもつ普及型イメージスキャナを用いて、オリジナルデンタルX線フィルムとCRTモニター上の画像の視覚的な比較評価を行ってきた<sup>1)</sup>。今回は、この評価法を具体化するため、まずイメージスキャナの最適特性を求め、次いで対象を実際の根尖病巣像に設定し、Receiver Operating Characteristics Analysis (以下ROC解析とする。)<sup>2)</sup>を用いて、原画像とCRT画像との両者の診断能について比較検討を行い客観的評価を得ようとした。

装置と方法

1. 画像入力装置および表示

オリジナルデンタルX線フィルム (以下デンタルX線フィルムとする。)の入力には当科で開発した小型画像処理システム<sup>3,4)</sup>を使用した。すなわちMacintoshに接続したイメージスキャナの透過型ユニット(8ビット, 256階調)を用いた。標準化には、300 dpiの分解能でモノクローム256階調(500×375画素, 8ビット)で行い、比較評価のためにETHERNETにてPC-9801FAに伝送し、21 inch 高分解能CRTモニター上に画像表示し観察した。

2. 画像取り込み条件

X線フィルムのセンシトメトリデータから濃度曲線を作成し、イメージスキャナの特性曲線をこの特性曲線にはほぼ類似する1.0~2.4の15種類の特性曲線を得た。図1にその中の1.6~2.0の特性曲線を示す。この各条件で電子化された画像を当科歯科医師5名と放射線技師2名により視覚的画像評価を行い、最適と判断された特性値1.8を選択し

た。この特性曲線と、前回の研究において、8ビット性能のイメージスキャナでは特に写真濃度が光源の設定に大きく関係していることが判明したため、今回は、特性値と共に光源を0から+80まで変化させその視覚的画像評価を行った結果、光源+60が最も最適であると判断しデンタルX線フィルムの入力を決定した(図2)。

3. 評価方法

画像評価用のデンタルX線フィルムは、当科で日常撮影されたデンタルX線フィルムから画像評価者以外の歯科放射線科医が、根尖病巣が存在しないと判定したもの50枚、根尖病巣が認められる

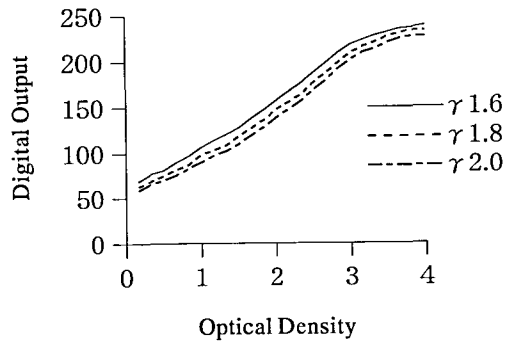


図1：イメージスキャナ特性曲線

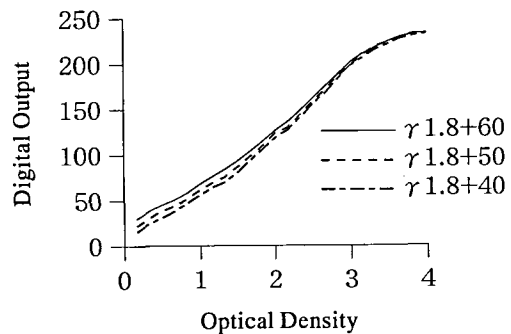


図2：光源特性曲線

と判定したものの50枚、合計100枚を選択し使用した。

シャウカステン上のデンタルX線フィルムとCRT画像の比較評価を臨床経験年数2年以上の本学歯科医師5名により実施した。くりかえし読影する際に生ずる統計学的な偏りを最小限にするため、先にデンタルX線フィルムから読影するグループと先にCRT画像から読影するグループは無作為に抽出し評価を行なった。シャウカステンの光度は通常の歯科用チェアに付属しているシャウカステンと同等の2800ルクスに調整し、フィルム表示部以外は遮光紙で覆った。またCRT画像のブライトネスとコントラストは観察者による調整可能として行った。なお部屋の明るさは通常の明るさとした。

評価用画像は、観察者単位でデンタルX線フィルム、CRT画像共にランダムに配置した。病巣があると判定したものを100%、ないと判定したものを0%とした連続確信度法<sup>5)</sup>による評価表を作成し、判定結果を各読影者に記入させた。また、病巣があると判定した症例に対しては、その部位の歯式を評価表に記入することにした(表1)。

観察者には100%評価で評価表に記入したが、今回は連続確信度法によるROC解析ソフトウェアが使えなかったため、連続評価法で記述したデータを5段階評価に変換して使用した。すなわち、0~20%を1、21~40%を2、41~60%を3、61~80%を4、81~100%を5としてROC解析を行った(表2)。ROC解析の計算はシカゴ大学Metz教授らのソフトウェア(Charles Metz, Department of Radiology, The University of Chicago, IL, USA)を用いた<sup>6)</sup>。Az値(Area under ROC curve)の検定にはpaired-t検定を行い、危険率5%以下を統計的有意差ありとした。

## 結 果

5名全員のデンタルX線フィルムとCRTのAz値(Area under ROC curve)の統計的解析(t検定)を行なった結果は、CRT画像がデンタルX線フィルムより若干よい値を示したがP値は0.30と統計学的な有意差は認められなかった(表3)。

歯科医師による個別のROC解析の結果を表4に示す。その結果Az値は、観察者5名のうち4名はデンタルX線フィルムよりCRT画像の方が

Az値が高いという結果が得られた。また、その結果をROC曲線に示した結果、CRT画像がデンタルX線フィルムより上回る曲線が描かれた(図3)。

## 考 察

前回の実験において、8ビット階調の普及型イメージスキャナを用いて歯科領域のX線フィルムの電子化を行う場合、最適な入力条件の選択に関連して、透過光源の強度の選択が大きな課題となった。これをより詳細に調べるため実験範囲を広くし、デンタルX線フィルムの濃度範囲をカバーできる最適条件を検討した。通常のデンタルX線フィルムは0.25~1.85の濃度範囲であり、パノラマX線フィルムなどのスクリーンフィルム系に比べて画像診断に使用している濃度範囲は狭いと考えられる。光源強度やイメージスキャナで選択可能なガンマ値を種々変化させて実験を行った結果、デンタルX線フィルムの中で必要な濃度範囲をカバーできると考えられた最適条件が得られた。今回のROC評価はこのような詳細な最適条件の選択によって得られた結果である。5名の総合評価で両者の識別率に統計学的な有意差が認められなかったことは、条件付きではあるが、デンタルX線フィルムの8ビットスキャナによる電子保管とCRTによる診断が可能なことを示唆するものであろう。また、歯科医師による個々のROC解析の結果においてデンタルX線フィルムのAz値が高くなった結果が得られた。これは画像の視覚的評価の場合、観察者の経験や観察視点および認識能力などが別な評価を受けることによるものと思われる。実際この評価が高かった評価者は歯科放射線科医であった。

今回の実験ではフィルムは、濃度の範囲が限定され、過不足の少ないデンタルX線フィルムを対象としたことに注意しなければならない。別に実験しているパノラマX線写真では、2以上の高濃度域までの入力は困難であり十分な評価が出来なかった。したがって、歯科診療用X線フィルム全体の電子化を考えた場合、8ビット階調の普及型イメージスキャナの採用は難しいと思われた。これに加えて、歯科用X線フィルムではないが、現在電子カルテ実現に向け進めている厚生省の放射線連携班でも、最低基準とされる診療用X線フィ

表 1 : ROC 評価表

No.	有	評価	無	部位
6	100		0	
76	100		0	7
23	100		0	1

表 2 : ROC 評価基準

- 0 ~ 20% → 1 (無い)
- 21 ~ 40% → 2 (無いかもしれない)
- 41 ~ 60% → 3 (どちらともいえない)
- 61 ~ 80% → 4 (あるかもしれない)
- 81 ~ 100% → 5 (ある)

表 3 : 評価結果

	Film-all	CRT-all
Az	0.780	0.837
S. D.	0.023	0.019

P 値 = 0.300

表 4 : 評価結果

Film	A	B	C	D	E
Az	0.851	0.722	0.784	0.700	0.712
S. D.	0.041	0.057	0.052	0.067	0.060

CRT	A	B	C	D	E
Az	0.826	0.817	0.817	0.828	0.776
S. D.	0.045	0.055	0.055	0.056	0.054

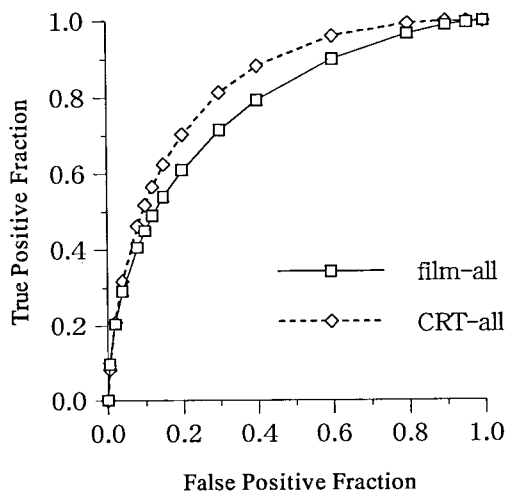


図 3 : ROC curve

ルムの電子化の階調数は10ビット、1024階調である<sup>7)</sup>。したがって、今後歯科領域フィルムの電子化はこの基準にそい、診療報酬の対象となる機能を持ち、かつ歯科放射線の現場で入力しやすいスキャナを開発してゆく必要がある。また、通常医療領域の X 線画像の CRT 像評価は高性能なモノクローム CRT モニターで行われており<sup>8,9)</sup>、今回の評価のようにカラー CRT モニターを使用した実験例は少ない。

滝澤らは Teleradiology システム (遠隔画像診断システム) の CRT 評価を行い ROC 解析を実施したが<sup>10)</sup>、胸部における疑似結節ではあるが、X 線フィルムやモノクローム CRT モニターに比べてカラー CRT モニターの方が結果がややよかったことを報告している。今回のわれわれの実験でも同様の結果となった。この原因としては、病巣の存在が、階調圧縮の影響によって強調されたこと、カラー CRT モニターの持つ階調特性が病巣部位

の強調効果を示したことで、また、大型カラー CRT モニターの 1 画面全体に画像を拡大することによる効果などが影響していると考えられる<sup>11)</sup>。このようなカラー CRT モニターはパーソナルコンピュータの急速な普及に支えられ、その性能、機能の進歩は昨今著しいものがある。また価格の低下も急速であるため、画像診断に普及型カラー CRT モニターが利用できれば、PACS (Picture Archiving and Communication system)、院内 LAN (Local Area Network) などの診療システムへの導入は容易である<sup>12)</sup>。このことから、今回の実験で得られた画像評価の結果は大きな意義があるものと考えられる。

しかしながら、この結果をもってただちにすべての歯科領域における X 線画像の電子化が可能となるわけではなく、パノラマ X 線写真や他の単純 X 線写真も含めた電子化には、操作性がよく 10 ビット階調なども可能な専用イメージスキャナが

必要であり、この開発を含めて今後さらに実験を行う予定である。

### 結 語

1. デンタルX線フィルムを電子化し、CRT上の画像をROC解析により評価した結果、デンタルX線フィルムとほぼ同等の評価が得られた。
2. 根尖病巣の観察にはCRTによる画像読影と診断が可能であると考えられた。
3. スキャナの特性を事前十分に把握すること、適切なX線量による撮影の実際が重要と考えられた。

### 謝 辞

稿を終えるにあたり、今回の実験において、Metz教授が開発したソフトウェアROCFITを使用したことに謝意を表します。

### 文 献

- 1) 内田啓一, 深澤常克, 滝澤正臣, 人見島明, 児玉健三, 長内剛, 和田卓郎 (1996) 歯科用X線フィルムの電子保管のための画像評価 第一報デンタルX線フィルムの画像評価. 松本歯学, 22: 156-160.
- 2) Metz, C. E. (1986) ROC methodology in radiographic imaging. Invest. Radiol. 21: 720-733.
- 3) 滝澤正臣, 丸山 清, 馬瀬直通, 長内 剛, 深澤常克, 児玉健三 (1993) 歯科口腔領域放射線像とカラー画像のための小型画像処理システムの開発. 松本歯学, 19: 35-39.
- 4) 深澤常克 (1995) 歯科口腔領域放射線像の小型画像処理・保管システムの開発. 全国歯放技連絡協議会誌, 5: 20-26.
- 5) 日本放射線技術学会編 (1996) 臨床放射線技術実験ハンドブック(上), 第1版, 203-209. 通商産業研究社, 東京.
- 6) Metz, C. E. (1989) Some practical issues of experimental design and data analysis in radiological ROC studies. Invest. Radiol. 24: 234-245.
- 7) 厚生省科学研究班. 小塚班, 前田班資料, 1996.
- 8) Franken, E. A., Berbaum, K. S., Marley, S. M., Smith, W. L., Sato, Y. Kao, S. C. S and Milam, S. G. (1991) Evaluation of a digital workstation for interpreting neonatal examinations. Invest. Radiol. 27: 732-737.
- 9) Krupinski, E. A., Maloney, K., Bessen, S. C., Capp, M. P., Graham, K., Hunt, R., Lund, P., Ovitt, T. and Standen, J. R. (1994) Receiver operating characteristics evaluation of computer display of adult portable chest radiographs. Invest. Radiol. 29: 141-146.
- 10) 滝澤正臣, 曾根脩輔, 小口和浩, 丸山雄一郎, 渡辺智文, 五味光太郎, 輪湖 正, 岡嶋洋一, 百瀬充浩, 今井 迅, 丸山篤敬, 酒井文和 (1996) 遠隔画像診断システムにおけるCRT像の画像評価. 日本医学放射線学会雑誌, 56: 1061-1065.
- 11) Svanaes, D. B., Moystad, A., Risnes, S., Larheim, T. A. and Grøndahl, H. G. (1996) Detection of approximal caries with a storage phosphor system. A comparison of enhanced digital image with dental X-ray film. Dentomaxillofac. Radiol. 25: 202-206.
- 12) 田中武昌, 藤原夏樹, 神田重信, 豊福不可依 (1992) 院内LANによる画像伝送システムの試行. 歯科放射線, 32: 163-169.