

# 医療画像診断とディスプレイ

岐阜大学大学院 藤田 広志<sup>※</sup>

Hiroshi Fujita

## 1. はじめに

医療診断において、画像の果たす役割は非常に重要である。病院に行き、診察を受け、「ではまず××の写真を撮りましょう」と医師に言われることは実に多くあり、画像診断の役割は大きいという証左であると言える。その写真（画像）の種類もモダリティに依存して多種多様（単純X線写真、CT、MRI、PET、超音波画像、内視鏡画像、赤外線画像など）であり、検診や一般診断、手術、治療、予後観察など、画像がどの過程で使われるかによって多岐にわたる。

また、昨今は従来のフィルム（いわゆるアナログ）からデジタル画像へと急速に変わりつつある。フィルムは撮像（画像形成）・表示・記録が三位一体で3拍子がそろった優れたものであったが、デジタル画像系では撮像・表示・記録と機能が分離されており、コンピュータがその中枢にあると言える。この「表示」部分を担うのがいわゆる“ディスプレイ”であるが、その用途により様々なものが存在する。

本稿では、このような背景の中で画像としての利用が最も多く、よってその重要性が最も高い「X線画像分野」の内容を中心に、「画像診断とディスプレイ」に関するいくつかの話題を記述する。

## 2. 画像形成から読影プロセスまで

図1は、シカゴ大学の故・ロスマン教授によるも

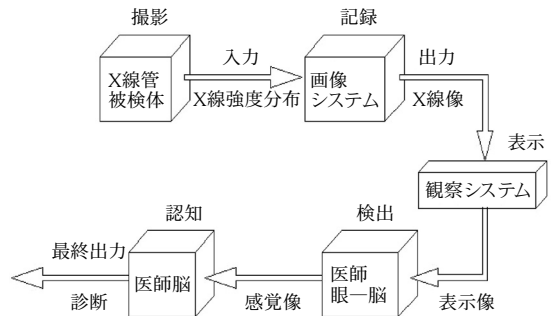


図1 X線画像診断の過程  
(故Rossmann教授の資料を参考)<sup>1)</sup>

ので<sup>1)</sup>、X線画像の診断過程を表現している図である。ここでは、「撮影」・「記録」・「表示」・「検出」・「認知」という5つの要素に分けて診断過程が説明されている。上述のように、前者3つは、アナログ画像系ではフィルム1枚がすべてを担っているが、デジタル画像系では個々が分離されている。一方、後者の2つは画像の観察者（読影者という）である医師の視覚による認識のプロセスである。ここでは、観察者の視覚系の特性はもちろんのこと、その学習や経験などに判断・決定（すなわち診断）が大きく委ねられる。

ここで、「検出」・「認知」の過程には解析の難しい、いくつかの問題点が存在している。例えば、「表示」された画像に対して医師の「好み」が入り込むという問題点がある。ある医師は、画像のベースの色が白をベースにしたものが良いと言い、また別の医師は青をベースにしたものが良いと言う（欧米と本邦でこのような差異が見られる）。「白・黒（青）」ははっきりしない領域であると言え

※ 岐阜大学大学院 医学系研究科 知能イメージ情報分野  
〒501-1194 岐阜県岐阜市柳戸1-1  
fujita@fit.info.gifu-u.ac.jp

る！ 画像のベースの色に限らず、コントラスト、被写体やその背景の濃淡、ノイズ特性や鮮鋭性までも含めて、そのような“好み”という主観的な要因がしばしば入り込む。

よって放射線医学分野では、長年にわたり、「撮影」・「記録」・「表示」の部分で個別に、あるいは全体的に物理特性として画像評価している。また、5つの要素をすべて含んだ客観的な評価手法も提案されており、例えば、信号検出理論に基づくROC解析などは非常に良く使われている<sup>2)</sup>。それでも、現場では、「客観的な評価結果はそちらが良くても、自分の診断にはこちらが良い」と医師が言うことにより、現場で画像を作る専門家である診療放射線技師をしばしば悩ませることがあると聞く。ただし、画像評価法が人間の知覚系も定量化した完全なものにはまだ完成されていない、という見方もできる側面もある。

このように、画像やディスプレイの評価というのは、臨床の実行レベルまで下ろして考えるとなかなか難しいものである。しかし、基本は物理評価であることは、誰も疑う余地はない。

### 3. アナログからデジタルへ

X線画像は長年、フィルム単体ではなく、患者被曝線量を減らすためにシステム感度を上げる必要があり、増感紙と組み合わせで「増感紙-フィルム系」として撮像が行われて来ている。しかしながら、昨今ではコンピュータドラジオグラフィ（Computed Radiography：CR）や平面検出器（フラットパネルディテクタ：FPD）の開発・普及により、デジタル化が急速に進んでいる。特に、前者は我が国のオリジナルな開発技術であり（1980年代初頭）、このCRの普及は早くから進んでいる。過去、各種の診断領域ごとに最適な（最低限必要な）サンプリング間隔など、画質の議論が続けられてきたが、現在では最後まで議論が続いたマンモグラフィ（乳房X線写真）においても<sup>3)</sup>、デジタルでもフィルムと比べて画質は問題ないと、総じて結論が出ている。ただ全体としてまだデジタル化が遅れているのは、マンモグラフィの診断領域である。

それでも2006年9月には、我が国においてデジ

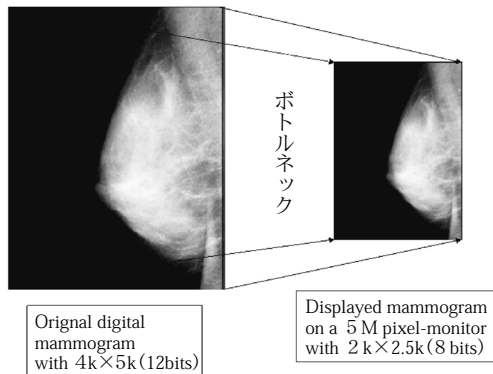


図2 デジタル画像の表示：原画像と表示モニタとの不整合性

タル化が50%を超えたと報告されており<sup>4)</sup>、これは欧米に比べても非常に特異的に高い数値である。一因は、上述のCRの普及によるものであり、现阶段では、FPDマンモグラフィよりもCRマンモグラフィが多く使われている。

### 4. ハードコピー診断からソフトコピー診断へ

これまで、せっかく画像を作るところがデジタルになっても、最終表示=読影（あるいは記録も含めて）にはフィルムが使われている状態（ハードコピー診断）が長く続いており（アナ・デジ状態）、本当の意味のデジタル時代とはまだ言えない状況でもあった。

しかしながら、最近ではようやくディスプレイ（当初はCRTモニタであり、現在は順次、液晶モニタに移行）を用いて読影が行われるようになって来ている（ソフトコピー診断）、本当の意味でのデジタル化が進んでいる。マンモグラフィの読影において、従来の増感紙-フィルム読影とデジタル・マンモグラフィ+モニタ読影との最近の比較では、その診断能は同等かそれ以上であった、という報告が出ている<sup>5)</sup>。

このように液晶モニタによる画像診断（読影）が進みつつあるが、まだ多くの問題点が残されている。その筆頭はデジタル画像を構成する画素数であるが、モニタで表示できる画素数をはるかに上回っている。例えば、マンモグラフィ画像は画素構成が4k x 5kで構成されているケースが多い

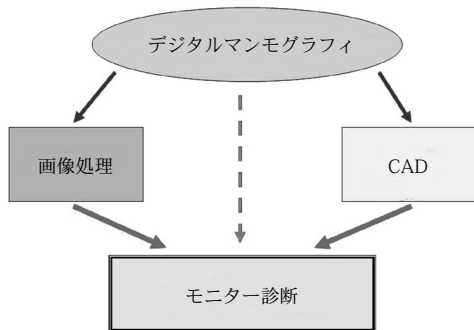
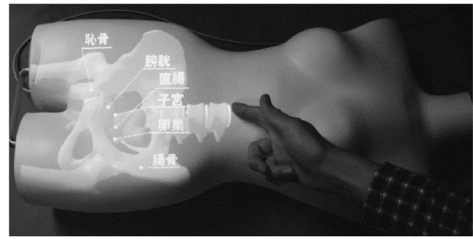


図3 画像処理とコンピュータ支援診断 (CAD) がモニタ診断の有効利用に重要<sup>10)</sup>(デジタルマンモグラフィに限らず、X線デジタル画像全般に敷衍できる)

が (サンプリング間隔  $50\mu\text{m}$ )、この用途に医療用に一般的に使える最高のモニタ (と言ってもまだ高価であるが) は表示解像度 5 M ( $2\text{k} \times 2.5\text{k}$ ) クラスであり、原画像の間引きなどの縮小処理に伴う画質の劣化なしで全画面表示することは不可能である (図2)。これは、一般のデジカメの撮像素子の総画素数が 1200 万画素 ( $3\text{k} \times 4\text{k}$ ) クラスになって来ており、パソコン画面に原画素サイズで表示ができない状況と類似している。カラー液晶モニタのサブピクセルを利用して、3Mカラー液晶モニタを9M白黒モニタとして高解像化する提案なども行われている<sup>6)</sup>。また、ダイナミックレンジや最大輝度の問題、さらに表示階調数の問題なども残っている<sup>4), 7)</sup>。

このように現存するモニタではまだ不十分な点が多々あるが、それを補う技術として期待されているのが、いわゆる画像処理であり<sup>8)</sup>、あるいはコンピュータ支援診断 (Computer-Aided Diagnosis : CAD) である<sup>9), 10)</sup> (図3)。Roelofsらは、微小石灰化病変のCAD機能付きのマンモグラフィ・ワークステーションを用いることにより、診断の質や効率を犠牲にすることなく、ソフトコピー読影が従来のフィルム読影と同様に可能であることを示している<sup>11)</sup>。

なお、このように、まだ画像のデジタル化 (特に表示系) が十分に成熟されていない状況であるため、日本医学放射線学会 (電子情報委員会によ



(岐阜大学工学部応用情報学科・木島竜吾准教授提供)

図4 人体模型 (トルソ) 表面に人体内部構造を仮想的に局面表示

り) から『デジタル画像の取り扱いに関するガイドライン 2.0版』(2006.4) が出されており、使用方法などについて注意を喚起している<sup>12)</sup>。また、モニタの精度管理に関しては、(社)日本画像医療システム工業会 (JIRA) より、『医用画像表示用モニタの品質管理に関するガイドライン』(JESRA X-0093-2005, 2005.8) が出されている<sup>13)</sup>。

## 5. 局面表示について

ディスプレイに関わる話題は尽きないが、誌面の関係もあり、最後に岐阜大学工学部木島研究室で開発中の最新の技術を1つ紹介したい。

図4は、人体模型 (トルソ) 表面に人体内部構造を仮想的に局面表示している様子を示している。これにはプロジェクタを用いて、人体内部臓器の画像情報を人型の白い模型に投影・表示している。この模型の表面には、白い拡散反射塗料が塗られている。観察者の視点と、模型の位置や姿勢を磁気センサーで自動検出し、そのデータに基づいて計算機に描画を行わせることで、あたかも模型内部に臓器が埋まっているかのようにリアルタイムで

視点を変え、観察者に見せることができる<sup>14)</sup>。なお、人体模型は平面ではなく、自由曲面であるため投影される画像は歪むが、これを補正するために、グラフィクスボード上のGPUを用いて高速な補正計算がリアルタイムで行われている。医学訓練用画像シミュレータとして開発され、最近実用化されている（文部科学省知的クラスター創成事業 岐阜・大垣地域「ロボティック先端医療クラスター」の研究プロジェクトにおいて<sup>15)</sup>）。本手法は医学教育への応用のみならず、画像診断をはじめとする医療現場への応用も期待されている。

## 6. 最後に

ディスプレイ（モニタ）を利用したソフトコピー診断（読影）の時代に突入しようとしているが、まだ多くの問題点が残されている。最良の画質の画像が医師に提供され、最高の診断がなされるためには、さらなるブレークスルーが要求されている分野である。

## 参考文献

- 1) 藤田広志：“X線画像の形成”（3章 A. 画像形成と診断），『医用画像情報学（改訂2版）』，桂川茂彦編，南山堂，p.30，東京（2006）。
- 2) 白石順二：“画像の評価”（4章 E. ROC解析），『医用画像情報学（改訂2版）』，桂川茂彦編，南山堂，pp.121-143，東京（2006）。
- 3) E.D.Pisano, C.Gatsonis, E.Hendrick, et al.:“ Diagnostic performance of digital versus film mammography for breast-cancer screening”, New England Journal of Medicine, Vol.353,1773-1783, (2005).
- 4) 堀田勝平：“デジタル・マンモグラフィの現状と臨床応用”，映像情報 Medical, Vol.39, No.3, pp.252-259, (2007)。
- 5) P.Skaane, S.Hofvind, A.Skjennald:“ Randomized trial of screen-film versus full-field digital mammography with soft-copy reading in population-based screening program; Follow-up and final results of Oslo II study”, Radiology, Vol.244, No.3, pp.708-717, (2007).
- 6) K.Ichikawa, Y.Kodera, Y.Nishi, et al.:“Development of a new resolution enhancement technology for medical liquid crystal displays”, Proc. SPIE Medical Imaging 2007: PACS and Imaging Informatics, Vol.6516, 65160W-1-65160W-8, (2007).
- 7) 長谷川幹夫, 山川正登, 西嘉一, 藤岡清登：“マンモグラム読影のためのモニタについて”，医用画像情報学会雑誌, Vol.23, No.2, pp.58-63, (2006)。
- 8) 藤田広志：“乳房撮影技術の現状と将来—乳房画像処理技術—”，日本写真学会誌, Vol.69, No.1, pp.16-22(2006)。
- 9) 藤田広志：“CADの実用化と普及に向けて”，新医療, Vol.33, No.1, pp.95-102 (2006)。
- 10) 藤田広志：“デジタルマンモグラフィのCAD—CADはモニター診断の救世主たりうるか？—”，映像情報 Medical, Vol.37, No.12, pp.1220-1224 (2005)。
- 11) A.A.J.Roelofs, S.van Woudenberg, J.D.M.Otten, et al.:“Effect of soft-copy display supported by CAD on mammography screening performance”, Eur. Radiol., Vol.16, pp.45-52, (2006)。
- 12) 日本医学放射線学会ホームページ：<http://www.radiology.jp/>「学会からの情報・ガイドライン」参照。
- 13) 社日本画像医療システム工業会ホームページ：<http://www.jira-net.or.jp/>「モニタ診断システム委員会」参照。
- 14) D.Kondo, T.Goto, M.Kouno, R.Kijima, Y.Takahashi:“A virtual anatomical torso for medical education using free form image projection”, Proc. of the 10th International Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSMM2004), pp.678-685, (2004)。
- 15) 文部科学省知的クラスター創成事業 岐阜・大垣地域「ロボティック先端医療クラスター」ホームページ：<http://www.gikenzai.or.jp/cluster/index.html>。



## アルバックが有機EL生産装置で日本真空工業会会長賞を受賞

㈱アルバックは、同社の有機EL生産装置の開発において「日本真空工業会会長賞」を受賞した。

第7回となる本年の表彰で、同社の有機EL応用技術センターのチームが有機EL生産装置の開発について功績を認められたもの。

今回は、同社の20年にわたる有機EL生産設備開発

の技術により、顧客から高い評価と信頼を得ていること、並びに多数の納入実績を挙げていることが受賞理由。特に、基板前処理技術、精緻なコントロールを可能にした蒸発源の開発、ダメージの少ないスパッタ法の開発により、大型基板対応が可能になったことが評価された。