〔第49回総会シンポジウム ー放射線像出力デバイスの進歩と多様化ー〕

座 長 集 約

滝 沢 正 臣

信州大学医学部放射線医学教室

Key words: Radiology, Digital image output, CRT diagnosis, Thermal recording system, Liquid crystal display

PROGRESS AND FUTURE OF DIGITAL IMAGE OUTPUT SYSTEM
FOR RADIOLOGY

MASAOMI TAKIZAWA

Shinshu University School of Medicine

Summary

Recent progress in various digital imaging modalities necessitates the need for a new image observation device and its hard copy system. This paper introduces the following subjects to be reported at a symposium entitled "Evaluation and Recent Progress of Image Observation System" at the annual meeting of the Japanese Society of Radiological Technology. 1. Visual characteristics in the diagnostic images. 2. Present status, problems and future perspective of image diagnosis based on CRT observation system. 3. Multi-format camera and laser imager —cost & performance study—. 4. Recent progress of the thermal recording film for medical image. 5. The progress of liquid crystal display panel and its future perspective.

1. はじめに

近年における放射線画像撮像システムの多様化は、フィルムによる記録・読影万能の時代から、マンパワーのセーブや資源保護などが考慮された新しい画像出力法による放射線診療システムへの転換が望まれる時代に入りつつあることを示している。

このような時期に、広く画像の表示・観察・記録法について将来をみすえた議論を行うことが極めて重要と思われる。これを実現するため、関連する5つの話題と問題点について、この方面で検討を重ねている会員および研究者からの報告がなされた。

2. 人間の視覚特性の画像評価

医用画像、特に放射線像をシャウカステンにより観察する場合視覚特性が関与するが、明るさや色調などの物

理的な最適条件といわれる条件が必ずしも最適な視覚的特性に合致しないことが経験される。これは眼に入射する光での計測や評価方法が確立していないためと思われる。青井らはこれを、特にシャウカステンとフィルムベースとの組み合わせについて検討した。これらはシャウカステンの白色拡散板を通して測定されている。白色拡散板はどのシャウカステンでも同じメーカーのものが使われている。

分光放射計によるフィルムベースの色調、主観、シャウカステンの輝度と色調/昼光色/白色とフィルムベース色の組み合わせのROC評価では、視覚特性にあった光源とベースの組み合わせが重要であった。このことから通常モノクロと考えられている現在の放射線画像観察系はむしろカラーとして考える方がよいと思われる。

3. CRT 読影の問題点と将来展望

現在 CRT によって読影を組織的に行っている大学病院として、運用上の問題点、将来展望が北海道大学病院の菊地によって報告された。CRT による読影と FCR のフィルム読影との実質的な差はほとんどなく、濃度分解能はむしろ CRT がよい。CRT とフィルムとの読影比較のための ROC 評価では、5 名でフィルムが有利とされたが10年程度の経験をもつ臨床医の評価では CRT が有利であった。これは階調変換や画像処理のさいの CRT 表示装置の操作なれなどが評価に影響していると考えられた。読影医が CRT を観察する場合画像観察距離は30-80 cm であるが、この場合、走査線2000本以上のノンインターレース型が必要との論議もあった。また大腿骨骨頭の剥離骨折などの観察では階調が10ビット程度が必要、など基本性能への問題や要請もあった。CRT 観察装置の管理に関しては現在その方法が確立していないが大変重要である。読影に影響をあたえる因子として室内光量、CRT のファン騒音、経時劣化に留意する必要がある。

今後は CRT 診断の支援法、すなわち、Texture 解析、CAD (computer aided diagnosis)、AI (artificial intelligence) などが開発されれば CRT 読影がより普及してゆくとと思われる。

4. 画像記録系—マルチフォーマットカメラ vs レーザーイメージャ

現在 CR や CT/MR での画像記録のためのフィルムイメージャにはビデオ画像を直接記録するアナログ型とマルチフォーマットカメラ (MC) とレーザービームを使用したデジタルイメージャ (LI) とがあるが、その特質についての検討が小水により報告された。現在の比率は MC が60-70%と多いが、LI が急速に普及をはじめている。一般的に MC はコストが低い反面でコントラスト分解能や画像ひずみ、画像処理機能や安定性が問題とされ、LI ではこれと対象的な特徴をもつが、現実には LI も画像機器とのデジタルインターフェースが難しいなどの問題から、画像伝送がアナログ (ビデオ) 信号で行われるなどデジタル方式の特徴を生かしていない点もある。DSA による比較では MC は低周波域から高周波域にかけて分解能に差があり、LI では高周波域にかけてあまり差がなく平坦であるがこれは補間処理に関連すると思われる。またダイナミックレンジは MC より LI が広いが、LI におけるビデオ信号接続とデジタル接続との比較では後者が画質において優れていた。価格などの問題はあがるが、LI のもつ使いやすさや多様なモダリティ画像への適応性などの点から今後は LI がより普及してゆ

くものと予測される。

5. 感熱記録材料による医用画像記録

資源を多く消費し、繁雑な作業を要する現在の銀塩フィルム記録からの脱皮は、従来の銀塩フィルムより省資源で暗室や湿式現像機のいらぬ乾式画像記録材料の開発、および PACS による CRT 読影への移行によって始めて可能になる。ここでは感熱型のフィルムの開発状況について大賀が報告した。すでに超音波装置の記録には感熱紙が使われているが、階調表現や透明性などに問題があり、調査によればユーザーの新記録紙への要望は現在の銀塩フィルムのような透明型が圧倒的に多い。

開発された材料は、定着可能な反射型サーマルフィルム、および銀塩フィルムと同様にシャウカステンに掛けられる透過型サーマルフィルムの2種である。感熱記録は撮像装置からのデジタル信号を受け感熱ヘッドによって直接熱現像を行う、従って暗室や大型の湿式現像機が不用のため作業工程が大幅に短縮される利点をもつ。しかしながら、医用画像の記録/保管を考えた場合に記録のダイナミックレンジや高い透明性、再現性、濃度むらの防止、長期の保存に耐える安定性への対応が問題でこの点を特に配慮する必要があった。高い透明性を得るため顕色剤を乳化し発色剤とともにマイクロカプセル化する技術と ET ベースフィルムの使用により乳剤の層を透明化した。現在記録密度12ドット/mm (80ミクロン) の分解能をもつサーマルヘッド、256階調の濃度表現能力と再現性が得られている。今後の検討課題としてフィルムサイズの大型化や記録時の濃度むらなどの問題が残る。コストは現在6つ切で120円程度である。現在 CT や MR 画像、血管造影像の記録が可能となっている。

6. 高精細液晶表示技術の現状と将来性

CRT は明るさや階調表現、省設置面積、装置コストなどの点でシャウカステンに劣ることから、CRT に代わる将来の画像観察システムとして、高分解能液晶による画像表示が注目されている。この液晶の開発の現状と将来に関して大島が報告した。液晶による画像の観察方式として直視型と投射型とがあり、前者は観察サイズと画面サイズがひとしくなるため現在のシャウカステンに置き換えやすいが、大型で欠陥素子の少ない基本回路製作上の困難点からまだ大きな限界がある。このため装置サイズは大型化するが後者の投射型が先に実用化される可能性が高い。液晶には各種のマトリックス方式が用いられるが、画質や階調表現能力などの点で将来的には active

matrix 型が主流となると予測される。直視型の場合画素数からはパソコンが 640×480 で30万画素、高解像度画面(1000×800)で80万画素、HDTV (high definition TV)で140万画素が必要であり医療用としては100万画素程度以上のパネルが必要とされる。また、20インチ程度の画面、256階調の性能が望まれるが、現状では開発先端の装置で17インチ、256階調(画素数 1000×1000 程度)である。投射型ではHDTVの表示条件をほぼ満たしたものがすでに開発されているが制作コストは計算できる段階ではない。このことから、 2000×2000 画素の性能をもつ装置が実用段階に到達するのは2000年頃と予測される。

7. 考 察

現在はデジタル画像万能時代への急速な移行期であるため、MRなど撮像装置の普及が先行し、その記録や観察に関連した多くの要素技術が十分開発されていない。また、ユーザーにおいてもこれらの運用に関して十分な対応ができていない。このような時期に視覚特性の問題から、将来の記録材料、液晶表示システムの問題まで広い範囲の報告がなされ、知見が得られたのは大きな成果と考えられる。CRT診断においては現実の読影に1000本の走査線の装置が多く使われているが、医師はより高性能のCRTへの関心が高いものと思われる。画面近くで観察する場合での走査線数は視覚特性からは2000本以上が必要ではないかとされたが、現実には、より高分解能を要する単純X線写真の画像診断全体への比重は従来より低下しつつあるのも事実であり、このことからいえば量産可能(コストの低い)な2000本以下の走査線をもつ

CRTで大半の画像は読影できるようにも思える。

CRTによる読影が一般化した場合でも医療記録としての画像ハードコピーは必要であろう。現在の銀塩フィルムは極めて優れた記録材料であるが、資源やコスト、保管スペースの点で問題がある。ここに省資源で低コストの画像記録紙開発が必要になる。将来への可能性のある画像記録法のうち感熱記録法の最近の進歩は著しい。大賀らはマイクロカプセル乳剤の使用により、透明性の高い感熱記録フィルムを超音波以外の医療用として使える段階まで開発を進めているが、医療記録としての画像をカルテ上で参照することが可能になれば高品質/低価格の反射型感熱記録紙の需要も多くなると考えられる。

液晶は次世代の画像観察デバイスである。多くの放射線科医がシャウカステムの感覚での画像読影を望んでいる。しかしながら、現実にはPACS用の標準(1000×1000 程度)のものでも量産が可能になるまでには5-6年を要するであろう。CRTは同様のものが10万円台で入手できる。高精度化に関していえば、液晶はCRTと異なり、 1000×1000 画素から 2000×2000 画素以上のパネルへの移行に関して制作上の困難さはないということである。また液晶で問題とされる純粋な黒の再現については、純黒の表現は可能で、むしろ観察時の外光の影響が問題になろう。

液晶の放射線医学への応用は、2000年頃になるとの予測であり、それまでにはPACSやネットワークそのものの進歩などフィルムレスの実現への準備が整ってゆくものと考えられる。