

DRYPIX 7000/DI-HL ドライイメージングシステムの開発

名波 昌治*, 岡田 宏一*, 佐藤 友彦*, 小島 徹也*
山根 勝敏**, 吉岡 康弘**, 大関 智之**, 山田 耕三郎**

DRYPIX 7000/DI-HL Dry Imaging System

Shoji NANAMI*, Kouich OKADA*, Tomohiko SATOH*,
Tetuya KOJIMA*, Katutoshi YAMANE**, Yasuhiro YOSHIOKA**,
Tomoyuki OHZEKI**, and Kohzaburoh YAMADA**

Abstract

The new system consisting of laser imager DRYPIX 7000 and dry imaging film DI-HL has been developed as a new generation of dry imaging system for medical imaging. This system has the highest specifications, amazingly rapid output of first print only in 65 seconds, the highest throughput of 180 sheets per hour for 14 × 17-in, and the shortest start up time of 15 minutes from power off condition. These features were achieved by the combination of the excellent technologies implemented in the new dry imaging film and laser imager. In DI-HL, a high speed ultra fine grain silver halide emulsion, a high reactive heat developer and heat development accelerator were introduced in order to realize rapid processing and high throughput. An imagewise yellow dye-forming agent was employed for excellent tone reproduction. An image stabilizer, high purity silver behenate and new SBR latex binder were designed to give an excellent image archivability. This film was produced with a water-based emulsion coating technology which is much environment-friendly. In DRYPIX 7000 imaging apparatus, laser exposure and heat development are conducted concurrently in order to realize high throughput. A high performance temperature control system and a density correction mechanism were introduced to realize a superior consistency of image density. Furthermore DRYPIX 7000 has DICOM network interface in the standard model so as to create high performance network system.

1. はじめに

近年、医療診断用画像はCT, MRI, 超音波などの多くの手法により画期的な進歩を遂げた。唯一、アナログ情報画像であった単純X線写真も、世界に先駆けた当社FCR技術などによって急速にデジタル情報化されつつある。これらの画像情報を、病院内ネットワークを介してフィルムに出力する医療用イメージャーの重要性もますます高まりつつある。

一方、環境への配慮、およびネットワーク時代に即した取り扱いの簡便性から、イメージャーのドライ処理への移行は著しい。これらの市場の要求にこたえるため、当社では1999年、当時、世界最高処理能力のレーザー方式のドライイメージャーFM-DP Lを発売した⁽¹⁾。独自の画像処理方式、熱現像方式を採用したFM-DP Lは、



Photo 1 DRYPIX 7000 and DI-HL.

本誌投稿論文(受理2003年1月15日)

*富士写真フイルム(株)宮台技術開発センター
〒258-8538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798
* Miyanodai Technology Development Center
Fuji Photo Film Co., Ltd., Miyanodai, Kaisei-Machi,
Ashigarakami-gun, Kanagawa, 258-8538, Japan

**富士写真フイルム(株)足柄研究所
〒250-0193 神奈川県南足柄市中沼210
** Ashigara Research Laboratories
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan

その優れた画像出力濃度安定性およびその臭気の少なさによって高い市場評価を受けている。

FM-DP L 専用に開発されたDI-ALフィルムは、従来多量の有機溶媒を使用してしか製造できなかったドライシルバー感光材料を、当社独自の技術によって水系塗布により実現している⁽²⁾。本技術により、2001年に(社)日本化学工業会より第33回日化協技術賞(技術特別賞)を、2002年にはGSCNより第1回グリーンサステナブルケミストリー賞を受賞するなど、環境に配慮した感光材料として高く評価されている。

今回、これらの技術・特徴を踏襲しながら、ネットワーク時代に対応し、さらなる高速・大量処理を可能にしたDRYPIX 7000システムを開発した。これを実現したイメージャー機器および新規開発の感光材料DI-HLの技術を概説する。

2. 特長

高速化、高画質化、高機能化をキーワードに、FM-DP Lを大幅に改良した。

Table 1にDRYPIX 7000とFM-DP Lの仕様概要を示す。

Table 1 Specifications.

項目	DRYPIX 7000	FM-DP L
方式	レーザー露光熱現像方式	レーザー露光熱現像方式
処理能力	半切 約180枚/時 B4 約240枚/時	半切 約130枚/時 B4 約180枚/時
1枚目出力時間	約65秒	約150秒
立ち上がり時間	約15分	約30分
フィルムサプライ数	1~3トレイ	1~2トレイ
フィルムサイズ	半切,大角,B4,六切	半切,大角,B4,六切
記録画素サイズ	最小50μm	最小50μm
露光分解能	14ビット	12ビット
最高濃度	3.0~3.6	3.0
DICOMネットワーク入力	標準	オプション
定格電源	AC200V 11A	AC100V 12A
装置サイズ(W×D×H)	735×680×1240mm	795×745×1310mm
重量(1トレイモデル)	約200Kg	約250Kg

2.1 高速化

医療費削減の流れを受け、病院の効率化に対する関心が高まっている。処理能力の向上と1枚目出力時間の短縮は放射線技師の生産性向上に直結し、患者の待ち時間も減らせることから、プリント処理の高速化が市場から求められていた。

そこで、フィルム/機器の双方で高速処理を実現するための新しい技術を開発し、世界最高の処理能力と世界最短の1枚目出力時間を実現した。さらに、機器の熱現像部改良により、電源をONしてからプリント可能になるまでの立ち上がり時間も短縮した。

2.2 高画質化

フィルムの色調改良と機器の露光熱現像制御改良により、Wet処理感材に近い色調でカブリが少なく、濃度安定性/均一性に優れた高画質の画像出力を可能にした。さらに、フィルムの高感度化により、デジタルマンモグラフィ画像で望まれていた最高濃度3.6にも対応した。

2.3 高機能化

最近では、超音波画像やデジタルマンモグラフィ画像をプリントする目的で六切サイズの要求が増えており、半切/B4/六切の3サイズを同時に使用できることが市場から求められていた。一方、特に国内では病院内の設置スペースの制約が厳しく、装置の小型化も望まれていた。

そこで、露光部と熱現像部を一体化して小型化し、3トレイのフィルムサプライと装置の小型化を両立させた。さらに、ユーザー操作性を向上させるため、操作方法を操作パネル上にアニメーション表示させる機能、パワーセーブ機能、ウィークリータイマー機能などを追加した。

3. ドライイメージングフィルムDI-HLの開発

DRYPIX 7000用のドライイメージングフィルムDI-HLは、FM-DP L用ドライイメージングフィルムDI-ALで培われた環境への負荷が小さいという水系塗布技術を発展させ、さらなる迅速化、高画質化を実現した画期的なドライフィルムである。新たに開発した高速熱現像技術、色調調整技術、画像安定化技術を駆使して、Wet処理感材と同等の銀色調の画像が1枚目出力65秒の迅速性で得ることができ、かつ画像形成過程で悪臭、廃液、廃材が発生しないという特長を持っている。

水系塗布技術とは、ドライフィルムを構成するすべての材料を水に分散して作った塗布液とし、支持体上に塗布するという画期的なドライフィルムの製造技術である。多量の有機溶媒を使用することなくフィルムを製造することができるため、環境への負荷がきわめて小さい。また、ドライフィルムの中核となるハロゲン化銀や有機銀塩を凝集することなく、均一に分散することができるという特長を有しており、貴重な資源である銀の利用効率もきわめて高い優れた技術である。

3.1 ドライフィルムの層構成

まず、DRYPIX 7000用に新たに開発したドライフィルムDI-HLの層構成をFig. 1に示す。乳剤面側は保護層、中間層、乳剤層の3層で構成され、裏面側はアンチハレーション(AH)層、保護層の2層で構成される。

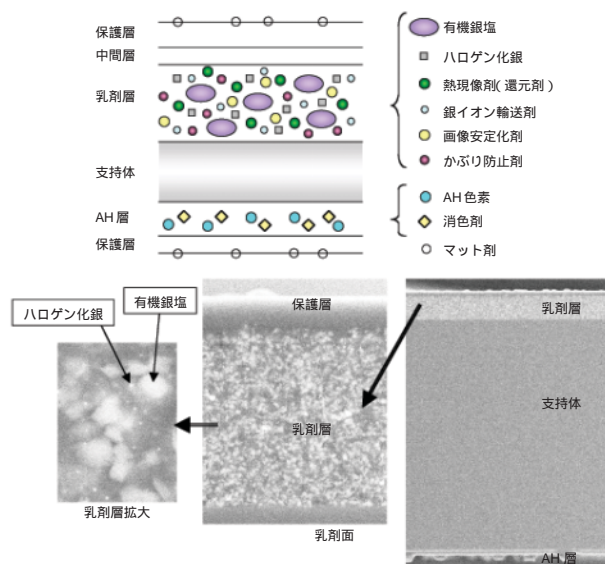


Fig. 1 Layer structure of DI-HL.

乳剤層には、光センサーとなる超微粒子ハロゲン化銀乳剤のほか、非感光性有機銀塩（銀供給体）、熱現像剤（還元剤）、銀イオン輸送剤（キャリア）、かぶり防止剤、画像安定化剤などが含まれ、画像を形成する中核となっている。画像形成層側の保護層、中間層にはマツト剤のほか、熱現像反応を補助する化合物が含まれており、画像形成面の耐傷性、耐接着性などの物理性を向上させるとともに現像反応にも寄与している。

裏面側のAH層にはアンチハレーション色素が含まれ、画像の鮮鋭度の向上に寄与している。この色素は露光の際に表面側から支持体を通過してきた光を吸収し、表面側に反射してしまうのを防ぐ役割を持っているが、画像形成後にそのまま残されていると診断時の邪魔になるため、熱現像時に消色剤の働きで無色になる工夫がなされている。裏面側の保護層は表面側と同様にドライフィルムの物理性の向上に寄与している。

3.2 画像形成原理

DI-HLの画像形成原理をFig. 2に示した。

画像形成の第一段階は露光過程である。DRYPIX 7000に搭載された半導体レーザーによりドライフィルムに像様の露光が行われる。光を受けたハロゲン化銀に現像の活性中心となる潜像が形成される。第二段階は熱現像過程で、露光されたドライフィルムはおよそ120°Cに加熱される。相転移点より高い温度に熱せられて、分子運動が活発になった有機銀塩から銀イオン輸送剤に銀イオンが移動する。銀イオン輸送剤は銀イオンを伴ってハロゲン化銀の活性中心（潜像）に移動し、銀イオンを活性中心に供給する。ここで、熱現像剤が作用して銀イオンを金属銀に還元する。この金属銀に向かって銀イオン輸送剤が次から次へと銀イオンを運び、金属銀のフィラメントが成長する。このようにして現像銀が形成される。

一方、光が当たらなかったハロゲン化銀では速やかな熱現像反応は起こらず、一部でゆっくりとかぶり銀の形成が進行する。かぶり防止剤として使われているポリハロゲン化合物がかぶり銀の形成を抑制し、かぶりの低い高画質の画像ができあがる。熱現像は14秒で終了する。その後、ドライフィルムは室温まで冷却され、有機銀塩は再びしっかりとした結晶になり、分子運動が抑制される。また、同時に銀イオン輸送剤や熱現像剤の働きも弱まり、安定した画像ができあがる。

ドライフィルムはWet感光材料のような定着処理が行われていない。反応性の素材がそのままフィルム中に残されている。そのため、フィルムに強い光が当たったり、熱がかかるような状態で保管した場合に、かぶりの上昇や変色などの画像の劣化が避けられない。現像時間の短縮と画像保存性の向上は相反する性質であり、これを両立することが今なおドライフィルムの最大の課題である。

3.3 DI-HLの技術

DRYPIX 7000のために新たに設計したDI-HLでは、以下に述べる超微粒子高感度ハロゲン化銀乳剤技術、迅速熱現像技術、色調調整技術、画像安定化技術を開発し、これらを組み合わせることでドライフィルムに要求される高画質、迅速性、画像安定性を同時に満足させるという困難な課題を解決している。

1) 超微粒子高感度ハロゲン化銀乳剤技術

迅速処理を可能にする第一歩はハロゲン化銀の高感度化である。DRYPIX 7000では半導体レーザーで画像の記録が行われる。短時間で画像記録を終了するためには、ハロゲン化銀の高感度化が必須である。一方で、高濃度の画像を作るためには、現像開始点となるハロゲン化銀粒子の数を増やさなければならない。そのために、ハロゲン化銀粒子の塗布量を単

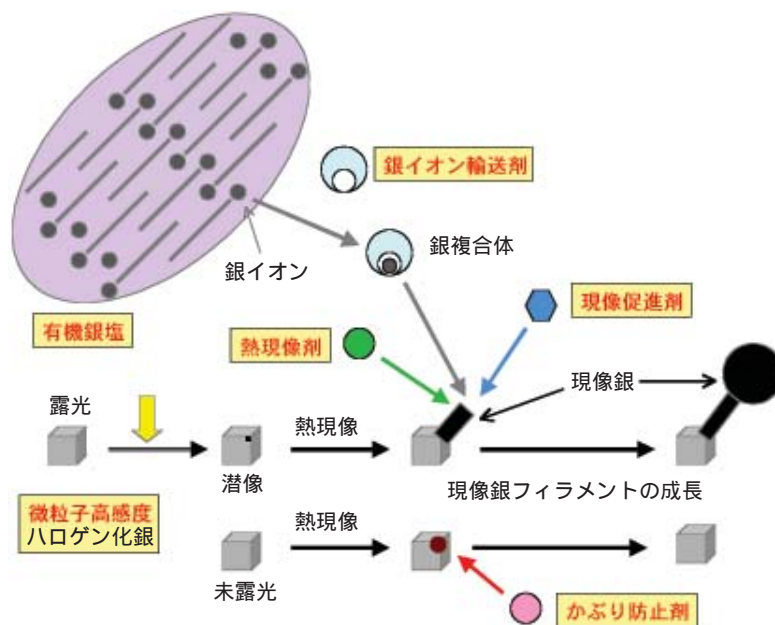


Fig. 2 Image formation mechanism of DI-HL.

純に多くすると、画像出力後の光によりハロゲン化銀粒子が光分解して生じるかぶりが単純に増加してしまう。塗布量を多くしないで現像開始点を増やすためには、微粒子化が必須になるが、ハロゲン化銀は粒子サイズが小さいほど感度が低くなるという性質を持っている。DI-HLでは下記の技術により、平均直径が50nm以下の超微粒子で高感度なハロゲン化銀乳剤を開発した。

低温化学増感技術

DI-HLでは溶剤を使用しない水系塗布なので、化学増感したハロゲン化銀を使用できる。化学増感によりハロゲン化銀粒子上に感光中心を形成して高感度化が可能になる。ところが、通常の化学増感剤が反応できる温度にすると、超微粒子ハロゲン化銀の形態、サイズが保持できなくなる弊害がある。DI-HLでは、超微粒子のハロゲン化銀粒子の形態、サイズが安定な低温でも化学増感が可能であり、さらに高効率な感光中心を形成できる新規化学増感剤を開発した。

新規分光増感技術

DI-HLではハロゲン化銀をレーザーの波長に感光させるために、分光増感色素をハロゲン化銀粒子表面に吸着させている。しかしながら、塗布液の経時や感材の保存状況により、分光増感色素は共存する有機銀塩表面にも吸着してしまい、塗布液の経時や保存時に低感化を招いてしまう。DI-HLでは、ハロゲン化銀粒子表面に選択的に安定に吸着させるため、分光増感色素吸着技術と吸着制御剤技術を新規に導入している。

新規金属ドーパ技術

DI-HLでは、レーザーという非常に高照度で短時間の露光に適したハロゲン化銀の感光物性にす目的で、極微量の金属ドーパントをハロゲン化銀粒子中に埋め込む新規技術を開発した。

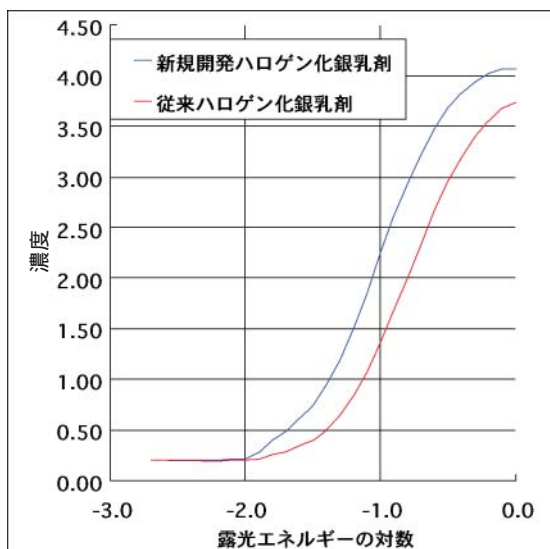


Fig. 3 H-D curves of new silver halide emulsion.

これらの技術により、高感度で超微粒子のハロゲン化銀乳剤を開発することに成功し、図に示したような高感度化と高濃度化を達成した。この技術により、全素材塗布量を低減して乳剤層の薄層化が達成でき、高鮮鋭化による高画質化と一層の環境負荷の低減を可能とした。

2) 迅速熱現像技術

DI-HLでは迅速な熱現像を可能にするために、新たに開発された高活性熱現像剤と熱現像促進剤が使われている。

高活性熱現像剤

従来のドライフィルムではタイプAの低活性な熱現像剤が使われてきた。DI-HLではタイプBの高活性熱現像剤が採用されている。これにより、銀の利用効率が大幅に向上し、少ない銀量で高い画像濃度を得ることが可能になった。高活性の熱現像剤は現像速度が速いがかぶりやすいという欠点を持っていた。DI-HLは水系塗布の特徴を活かし、ハロゲン化銀、有機銀塩に起因するかぶりを徹底的に排除し、さらに高性能のかぶり防止剤を複数併用することでこの問題を解決した。

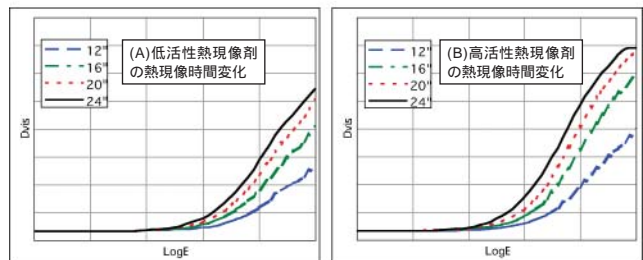
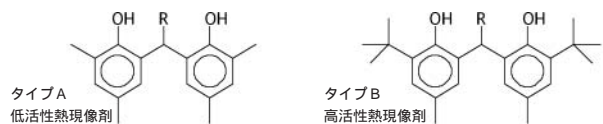


Fig. 4 Structure and characteristic curves of low (A) and high (B) activity heat developers.

熱現像促進剤

DI-HLでは新開発の熱現像促進剤が導入されている。この熱現像促進剤は微量添加されているだけであるが、きわめて反応性の高い化合物で、二つのメカニズムで熱現像を加速させている。一つは、熱現像の初期の段階で潜像をより現像されやすい銀核へと補強し、その後の現像を速める機能、もう一つは、メディエーターとして銀イオンと現像剤の反応を媒介することで、現像剤の酸化還元反応効率を高める機能である。この熱現像促進剤と高活性熱現像剤の組み合わせで、熱現像時間を大幅に短縮することが可能となった。

3) 色調調整技術

ドライフィルムの画像はさまざまな大きさの現像銀で作られている。現像銀はその大きさや形によ

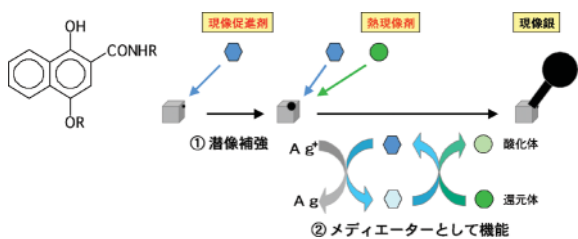


Fig. 5 Mechanism of the development accelerator.

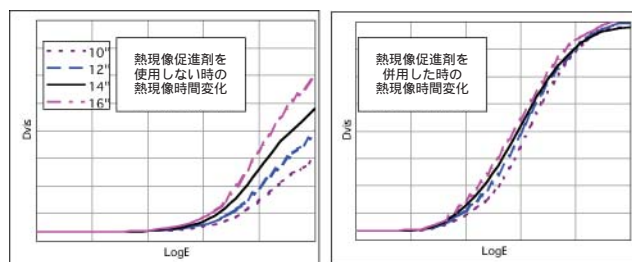


Fig. 6 Effect of the development accelerator.

て色調が微妙に異なり、これが画像の色調に影響する。従来のドライフィルムでは、熱現像速度に影響する熱現像剤や銀イオン輸送剤の構造や使い方で色調をコントロールしてきた。しかし、この方法には限界があり、現像速度と色調を自由に設計することは困難であった。また、できあがった現像銀粒子が小さすぎると不安定な画像となり、現像後に色調が変化してしまうという問題があった。

DI-HLでは、熱現像によりイメージワイズに黄色に発色し、熱や光に安定な画像を形成する色調調整剤を新たに設計し導入することで、Wet感光材料に匹敵する画像色調を作ること成功した。

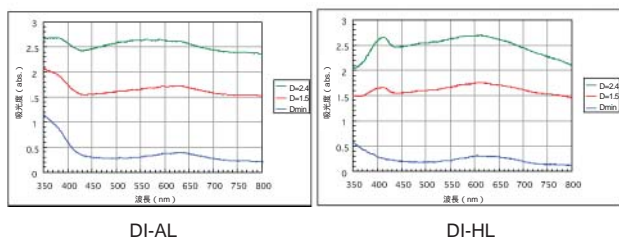
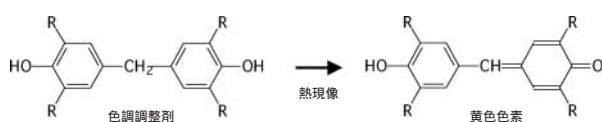


Fig. 7 Color shade controller and the absorption spectra of the dry films.

4) 画像安定化技術

迅速現像をするために高活性な熱現像剤や現像促進剤を使用すると、そのままでは画像保存性が悪化してしまう。熱現像後に強い光や熱が与えられると、かぶりが発生したり色調が変化したりする。DI-HLでは、画像保存性を悪化させることなく迅速現像を

実現するために、新開発の画像安定化剤、有機銀塩、SBR バインダーを導入した。

画像安定化剤

Fig. 8に示したトリフェニルホスフィン系の化合物が、熱現像後に熱現像剤と強い水素結合で結ばれ、安定な錯体を作ることを見出した。錯体を形成することで熱現像剤の活性が低下し、熱現像後の悪影響を抑えることが可能になった。

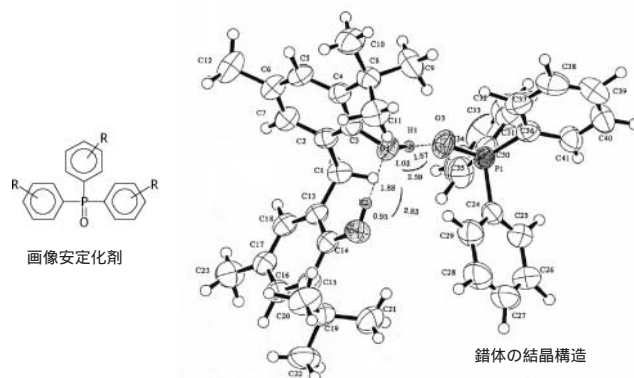


Fig. 8 Image stabilizer and its complex.

高純度ベヘン酸銀

有機銀塩は植物や動物の油脂から取り出された脂肪酸を原料としている。従来の有機銀塩は、脂肪酸のうちでもベヘン酸、アラキジン酸、ステアリン酸を主成分として作られた有機銀塩を使用していた。DI-HLでは、天然の脂肪酸から精製されたベヘン酸の純度が高い脂肪酸を使用して有機銀塩を製造した。純度を高くすることで、温度に対してシャープな応答をする有機銀塩を作ることができ、熱現像時と保存時の反応性の変化を大きくすることが可能になった。純度の高いベヘン酸銀は現像活性が低いのが欠点であったが、DI-HLでは高活性な熱現像剤と組み合わせることでこの問題を解決した。

新開発 SBR バインダー

水系塗布のドライフィルムでは、熱現像に必要なさまざまな素材を保持するバインダーとして SBR ラテックスが使用されている。SBR ラテックスは、たとえば、水性ペイントなどに使用されており、水に分散された白い液体で、他の水溶液と自由に混合することができる。しかし、支持体上に塗布して乾燥させると、透明な皮膜を形成し吸湿性がなくなるという性質を持っている。この性質を利用して、水系塗布でドライフィルムを製造することが可能となっている。DI-HLでは、ドライフィルム専用に新たに設計し直した高性能な SBR ラテックスを採用した。この新開発のラテックスは熱現像や現像後の保存でのかぶりを抑えた設計になっており、DI-HLの保存性向上に大きく寄与している。

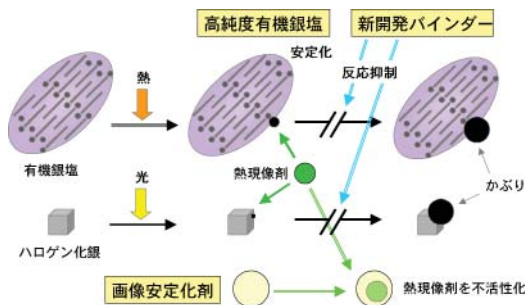


Fig. 9 Image stabilizing technology for DI-HL.

上記の画像安定化技術を組み合わせたときの暗保存でのカブリ上昇抑制効果をFig.10に示した。

DI-HLはDI-ALで培ってきた水系塗布技術の利点を徹底的に追求した上で、上記の新技术を導入することにより、高画質、迅速性、画像保存性という相反する性能を同時に実現することができた画期的なドライフィルムである。

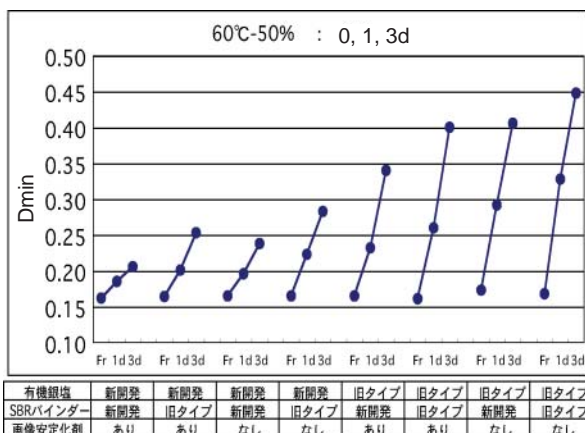


Fig. 10 Image stability under high temperature, dark storage.

4. 装置技術

4.1 高速化技術

1) プリント処理の高速化

FM-DP Lは半切130枚/時の処理能力を持つ高速のドライイメージャーであり、大量に連続プリントする用途での生産性の高さに関しては市場から高い評価を得ていた。しかしながら、FM-DP Lでは、プリントを指示してから1枚目のフィルムが得られるまでの時間が150秒程度かかっており、プリント枚数が少ない場合や間欠的にプリントする用途では、1枚目出力時間の長さが作業効率化の律速となる場合があった。

そこで、DRYPIX 7000を開発するにあたり、放射線技師に待ち時間を感じさせず、かつ、患者も待たせないためには、1枚目出力時間をどこまで短縮するべきか、病院内のワークフローを徹底的に調査した。

その結果、得られた結論は「FM-DP Lの1枚目出力時

間を1/2以下にすること」であり、それをDRYPIX 7000の開発目標として設定した。

1枚目出力時間を大幅に短縮するためには、フィルム搬送パスの短縮とフィルム搬送速度の高速化が必要であり、それぞれについて技術課題を設定し開発を行った。

フィルム搬送パス短縮を実現するための技術課題 FM-DP LとDRYPIX 7000のフィルム搬送パスの比較をFig.11に示す。

FM-DP Lでは、Wet方式のレーザーイメージャーFL-IM Dをベースに、自動現像部を熱現像部へ置き換える装置レイアウトを採用し、露光部前後にフィルム1枚分の待機パスを設け、露光と熱現像をシーケンシャルに処理していた。この装置レイアウトのままでは、露光が終了しないと熱現像を開始することができないため、フィルム搬送パスを大幅に短縮することはできなかった。

DRYPIX 7000では、装置レイアウトを徹底的に見直し、フィルムをピックアップしてから装置外へ排出するまでのフィルム搬送パスを極限まで短縮した。それを実現するための技術課題が、露光同時熱現像と装置小型化である。

・露光同時熱現像技術

記録部と熱現像部を隣接して配置し、レーザー露光と同時に熱現像も処理すれば、フィルムの搬送パスをきわめて短くすることができる。しかしながら、熱現像部は多数のローラを歯車で伝達駆動させており、振動が発生するため、露光中のフィルムに対して大きな外乱を与え画像ムラを発生させる。

露光同時熱現像を実現するためには、熱現像部で発生する振動の影響を露光中のフィルムに与えない工夫が必要であるが、FM-DP Lで採用した2対のローラでフィルムを搬送するツインニップローラ副走査方式では、画像ムラを低減させることができなかった。

そこで、DRYPIX 7000では、フィルムを面で押さえてプレートへ密着させながら高精度にフィルムを搬送するプレート/ローラ副走査方式を開発し、露光同時熱現像を実現した。プレート/ローラ副走査では、露光中にフィルムをプレートに押し付けて搬送しているため、フィルムの上下動や振動に対する耐性が非常に強く、画像ムラを低減させることができた。

・装置小型化技術

フィルム搬送パスを短縮するためには、装置を全体的に小型化することも重要である。

DRYPIX 7000では、独自の搬送シミュレーション技術を駆使し、装置内のフィルム搬送パスの最適化設計を行ってフィルム搬送パスの短縮と搬送安定性を両立させた。さらに、3次元CADを用いて3次元モデル上で各ユニットの小型化設計を実施し、FM-DP Lに対して装置体積を20%以上小さくしながらも、3トレイのフィルムサプライ搭載を可能にした。

フィルム搬送速度の高速化を実現するための技術課題

露光時の搬送速度を高速化するための技術課題はフィルムの高感度化であり、熱現像時の搬送速度を高速化するための技術課題はフィルムの熱現像迅速化である。いずれの課題も前述のフィルムの技術開発により解決し、FM-DP Lに対し、露光と熱現像のフィルム搬送速度を約1.7倍に高速化した。

一方、フィルム搬送速度を高速化したことで、熱現像後のフィルム冷却時間が短くなったため、フィルムを均一に冷却することが難しくなり、フィルム収縮による皺や画像ムラが問題となった。この新たな課題に対しては、表面の熱伝導特性を最適化したローラと排気ファンを用いた強制冷却機構を開発し、急速かつ均一なフィルムの冷却を可能にした。

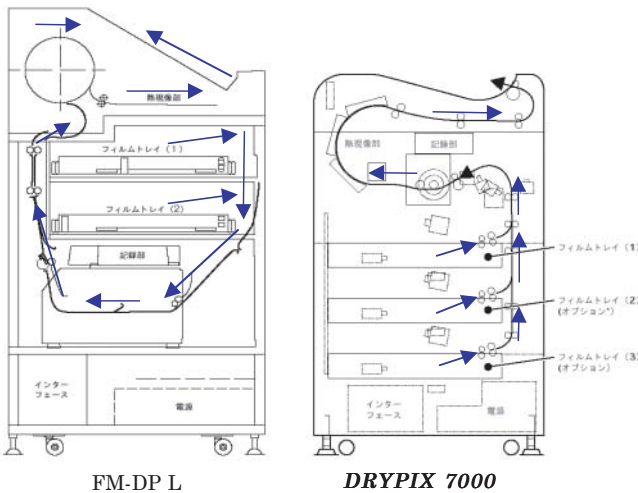


Fig. 11 Film conveyance path.

以上の技術を開発して、1枚目出力時間の開発目標を達成するとともに、フィルム搬送速度の高速化により世界最高の処理能力も実現した。

Fig. 12にFM-DP LとDRYPIX 7000の1枚目出力時間の比較を示す。

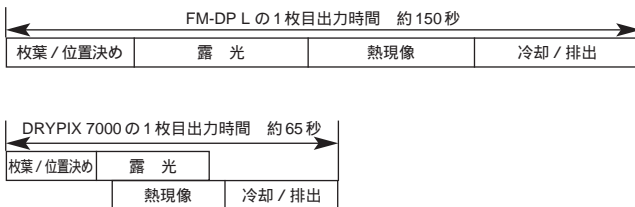


Fig. 12 Time required for the first output.

2) 装置立ち上がり時間の短縮

FM-DP Lは、装置の電源をONしてからプリント可能になるまでの立ち上がり時間が30分程度必要であり、立ち上がり時間の短縮が望まれていたため、DRYPIX 7000では熱容量が小さな薄型の熱現像プレートを採用

し、熱現像部の加熱時間を約1/2に短縮した。Fig. 13にFM-DP LとDRYPIX 7000の熱現像部加熱時間の比較を示す。

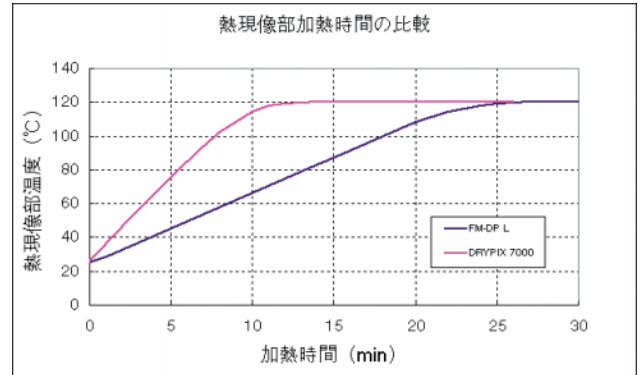


Fig. 13 Heat-up time.

4.2 高画質化技術

医療画像診断では、1) 濃度安定性 2) 濃度均一性 3) 鮮鋭度 が画質性能のポイントである。

DRYPIX 7000では、これらの画質性能を向上させるために、下記の制御技術と補正技術を開発した。

1) 濃度安定性

高い濃度安定性を実現するためには、熱現像部の温度を安定化させることが重要であるが、フィルムが熱現像部を通過する際に熱を奪うため、特に連続でプリントした場合には濃度を安定させることは難しい。そこで、FM-DP Lでは、ヒートプレート/ローラ方式という独自の熱現像技術を開発し⁽¹⁾、連続プリント時でも高い濃度安定性を得ることに成功した。市場でもFM-DP Lの濃度安定性に対する評価はきわめて高い。

一方、DRYPIX 7000では、装置立ち上がり時間を短縮するために熱容量が小さな薄型の熱現像プレートを採用したが、そのため、フィルム通過時の温度低下が大きくなり、FM-DP Lよりも熱現像部の温度を安定化させることが難しくなった。さらに、熱現像部のフィルム搬送速度を高速化したことで、連続プリント時の温度低下も大きくなった。

そこで、熱現像部の温度低下量を予測してヒータの加熱時間を制御し、さらに、装置内の温度センサの測定値をフィードバックして熱現像温度と露光量をきめ細かく調整することで、FM-DP L同等以上の高い濃度安定性を実現した。Fig. 14に各種環境下での100枚連続プリント時の濃度変化を示す。

2) 濃度均一性

濃度ムラが見えない均一な濃度分布を得るために、製造工程で一樣露光フィルムの主走査方向濃度分布を高精度に測定して装置内にフィードバックし、露光量を補正するユニフォーミティ補正技術を開発した。さらに、前述の熱現像部の温度制御改良により、フィルム搬送方向の濃度均一化も実現した。

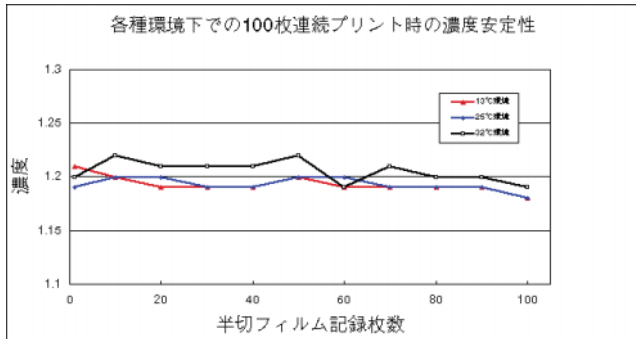


Fig. 14 Consistency of the optical density.

3) 鮮鋭度

記録前の画像に対して、 7×7 のデジタルフィルタリング処理を行い、医療画像として最適な鮮鋭度を実現した。

4.3 高機能化技術

近年、病院内のネットワーク化の流れは本格化してきており、FCRをはじめ各種画像診断モダリティの接続インターフェースは、医療画像機器のためのネットワーク規格であるDICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) が標準となりつつある。このような流れの中、医療用イメージャーもDICOMに標準で対応することが求められていた。

各種画像診断モダリティがDICOMで接続されるようになると、高処理能力の医療用イメージャーには大サイズの多様な医療画像が集中するようになり、イメージャーには高いネットワーク性能と多サイズのフィルムへプリントできることが求められるようになった。最近では、高画質の超音波画像やデジタルマンモグラフィ画像をプリントする目的で六切サイズの要求も増えており、FM-DP Lの2トレイのフィルムサプライでは不足する場合も出てきていた。

そこで、前述の装置小型化技術により、3トレイのフィルムサプライと装置の小型化を両立させた。さらに、PCアーキテクチャ技術を活用し、DRYPIX 7000の高処理能力に対応可能な高いネットワーク性能を実現するとともに、ユーザーがイメージャーをより使いやすくなるための工夫も盛り込んだ。

PCアーキテクチャ技術のポイントを下記に示す。

1) 高速化を実現するためのソフトウェア技術

高性能CPUを搭載したPCボードを装置に組み込み、ネットワーク転送速度の高速化と画像処理の高速化をソフトウェアの工夫で実現した。

2) 高速化を実現するためのハードウェア技術

プリント画像をプリント制御部へ高速転送可能なPCI基板を新たに開発した。

3) ユーザー操作性を向上させるためのソフトウェア技術

基本ソフトにWindows NT embeddedを採用し、フィルム交換方法やジャム処理方法を操作パネル上にカラーでアニメーション表示させる機能、一定時間以上のアイ

ドル状態が続くと自動的にパワーセーブモードへ移行するパワーセーブ機能、週単位で自動パワーセーブモードへの移行を可能とするウィークリタイマー機能などを実現した。

以上のように、DRYPIX 7000はDICOMネットワークに最適化された高機能なネットワーク専用プリンタとして開発した。しかしながら、一方、現在病院で稼働している各種画像診断モダリティの中にはDICOMに対応できないものも数多く残っており、それらのモダリティはDRYPIX 7000へ直接接続することができない。

そこで、DRYPIX 7000の開発に合わせて、DICOM以前のアナログ/デジタルなどのインターフェースをDICOMネットワークへ変換するための周辺装置DRYPIX Linkも開発した。DRYPIX 7000とDRYPIX Linkを組み合わせることで病院内のオールネットワーク化が可能になり、さらに、DRYPIX Linkのプリンタバックアップ機能を使用することで、システム全体の堅牢性と信頼性も高めることが可能になった (Fig. 15)。

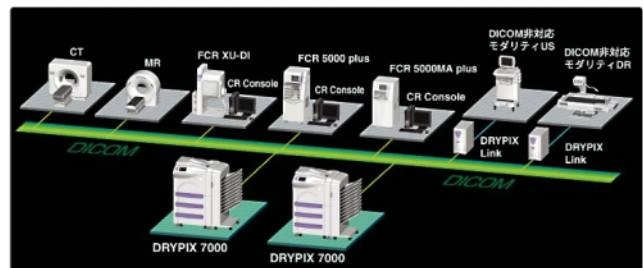


Fig. 15 DICOM network system.

5. 今後の展開

医療用イメージャーのドライ処理化の流れはほぼ確定した。このような状況の中、DRYPIX 7000がもつ、高速かつ安定に画像を出力でき、さらに簡便に取り扱える特性の重要性はますます増大してくると思われる。一方、これら利便性の追求と同時に、環境への配慮も重要である。独自の水系塗布技術による有機溶剤の排出量の削減⁽²⁾、パワーセーブモード機能による省エネルギー設計をはじめとした商品設計に反映させている。今後、DRYPIX 7000 / DI-HLで開発された技術をさらに発展させて、環境に優しく、より取り扱い性の良好な商品へと発展させていきたい。

文献

- 1) 小川正春ほか. 医療画像用ドライレーザーイメージャーシステムFM-DP Lの開発. FUJIFILM RESEARCH & DEVELOPMENT, No.45, 59 (2000).
- 2) 都築博彦. 水溶媒で塗布する熱現像感光フィルムの開発. ファインケミカル. 31, 15 (2002).

(本報告中にある“DRYPIX”、“FCR”は富士写真フィルム(株)の商標です。)