

# 第2世代医用ドライイメージャ DRYPRO 751/752 の開発

The Development of the DRYPRO 751/752 High Image Quality Dry Medical Laser Imager

下地 雅也\*      田口 あきら\*      角      誠\*  
Shimoji, Masaya      Taguchi, Akira      Sumi, Makoto

The DRYPRO 751/752 is a second generation dry medical laser imager that delivers high image quality and flexible implementation in the latest digital imaging network environment. The DRYPRO 751/752 features a density stabilizing system with new "heat drum rotation control" technology, DICOM I/F and AC 100V power for easy installation, and high data processing power for multi-modality input and expansive data image size.

## 1 はじめに

近年、急速に進展している画像情報を含めた医療情報のデジタル化及び、環境意識の高まりの中で、ドライイメージャの市場拡大が急速に進んでおり、コニカは、99年秋にDRYPRO 722と銀塩ドライフィルムを発売した。さらに今回、次機ドライイメージャとして、さらなる高画質・高診断性の追求と、より高度なネットワーク技術を盛り込み、ハイエンドからミドルレンジの広範囲をカバーするDRYPRO 751/752を開発した。

本稿では、DRYPRO 751/752の特徴とともに、高診断性で重要となる濃度安定化に対する新技術について詳しく解説する。



Fig.1 Outlook of DRYPRO 752

## 2 DRYPRO 751/752 の特徴

DRYPRO 751/752は、高画質・高診断性を機軸におきつつ、急速に進展する医用デジタル画像ネットワーク化への高度で柔軟な対応を可能とした、コニカの第2世代ドライイメージャとして、以下の特徴をもつ。

### 2.1 高画質・高診断性の追求

画像形成の心臓部である、露光部・熱現像部の温度変化をセンシングし、熱現像ドラム回転速度にフィードバックする制御技術を開発し、さらなる濃度安定化を実現した。(この点については、本稿の後半で詳しく述べる。)

画素サイズ最小40 $\mu$ m及び、文字鮮明度を維持しかつシャープな画像からスムーズな画像まで幅広く表現可能な画像処理技術等、DRYPRO 722の優れた高画質技術を継承しつつ、新たに、濃度分解能に優れた14bit画像出力を採用等、より高精細な画像出力を実現した。

### 2.2 柔軟なシステム構成への対応

医用分野での世界的標準であるDICOM Print Managementへの直接接続を可能とし、I/F機器を介さず、より低コストでのマルチベンダーシステムの構築が可能。

さらに、省エネルギー化技術の改良により、電源は壁コンセント(AC100V)を使用、設置場所にも柔軟に対応でき、集中処理から分散処理まで幅広い対応を可能とした。

### 2.3 ネットワーク性能の向上

医用デジタル画像の情報量増大に対応し、ネットワークパフォーマンスを向上。最大16CHの複数の診断装置から送信されたプリント画像を大容量HDに素早くキューイングし、大画像でも処理能力を低下させることのないプリントを可能にした。

### 2.4 柔軟な画像階調処理

CT、MRI等の診断装置分類毎に、推奨する画像階調カーブをLUTライブラリーとして標準で搭載。ユーザー定義可能なLUTと合わせ、より柔軟にきめ細かな階調処理を可能とした。さらに、DICOM Presentation LUT機能も新たにサポートしており、同機能に対応した診断装

\* MGカンパニー MG開発センター MIシステムグループ

置に対しては、診断装置側のディスプレイ表示と同等の濃度階調を容易に出力可能とした。

## 2. 5 主な仕様

DRYPRO751/752の主な仕様をTable 1に示す。処理速度は120枚/時であるが、ネットワーク通信速度及び内部画像処理の高速化により、快適な画像出力を実現している。

Table1 Specification of DRYPRO 751/752

Film Trays	2 Trays (DRYPRO 752) 1 Tray (DRYPRO 751)
Film Size	14×17in, 14×14in, 11×14in
Laser Source	Semiconductor Laser
Pixel Size	Min. 40 μm
Density Steps	14bits (16384steps)
Image Matrix	8848 × 10748pixels (14×17in)
Performance	Approx. 120sheets/hour (14×17in)
Interface (input)	Ethernet 10base-T/100base-T
Protocol	DICOM Print Management
Ports (input)	Max. 16ports
Image Memory	Hard Disk 20GB Print Memory 256MB
Power Source	100V 7.5VA (50/60Hz)
Dimensions	W750 × D690 × H1410mm

## 2. 6 装置構成

DRYPRO 751/752の装置構成を、Fig. 2に示す。

バリア袋で明室包装された未露光フィルムをサプライにセットするとバリア袋の自動巻き取りが行われ、フィルムのサイズ情報、タイプ情報等を自動認識する。さらに、自動キャリブレーションを行い、フィルムの感度特性に合わせたLUTを作成する。

REGIUSや、CT、MRI等の診断装置から画像データを受信すると、サプライトレイよりフィルムをピックアップし、露光副走査部に搬送する。受信された画像データは、ユーザーの所望する階調変換と画像補間処理を経てレーザー光を変調し、高精度に搬送されているフィルム上に記録される。露光されたフィルムは、熱現像プロセスによって現像され、本体上部に排出される機構となっている。

複数の診断装置から連続して送信された場合も、内蔵のプリントサーバー機能でキューイングし、順次プリント出力される。

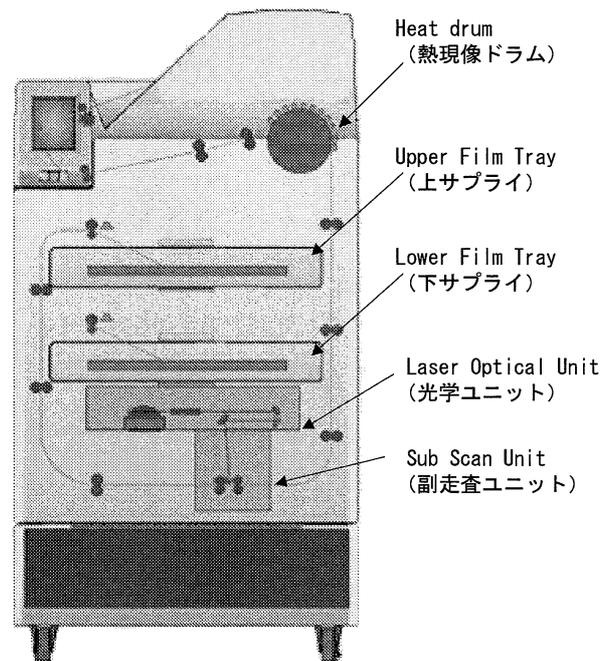


Fig.2 Structure of DRYPRO 752

## 3 濃度安定化技術

常に安定な画像濃度を出力するための自動濃度管理機構として、フィルム先端の一部に書き込まれた濃度パッチをイメージャー内蔵の濃度計で読み取り露光量にフィードバックする制御と合わせ、今回新たに、露光部・熱現像部の温度変化を熱現像ドラム回転速度にフィードバックする制御技術を開発し、より安定した濃度管理を実現した。以下、熱現像ドラム回転速度制御の詳細について解説する。

### 3. 1 熱現像プロセスの濃度安定化モデル

熱現像では、フィルム感光層内の温度分布をいかに早く所定の現像温度に均一に保ちかつ、所定の現像時間でいかに早く現像進行を停止させるかが、高画質で安定な画像を提供する上で重要な点である。

現像プロセスはFig. 3に示すように、挿入されたフィルムを対向ローラーにより回転するドラムに巻き付けながら現像する構成で、対向ローラー側は熱源がなくドラムからの熱供給を受けて温度を保持している。フィルムは熱現像部に挿入されると熱現ドラムと対向ローラーの双方から熱を吸収し昇温するが、対向ローラーは温度が低下し、連続処理に伴いフィルムの昇温速度は遅くなる。一方、熱現像の冷却部においては、フィルムからの熱の持ち込みにより冷却部温度が上昇し、連続処理にともないフィルムの冷却速度は遅くなる。Fig. 4に連続処理と間欠処理での、これら温度の挙動と、現像後のフィルム濃度を推移を示した。

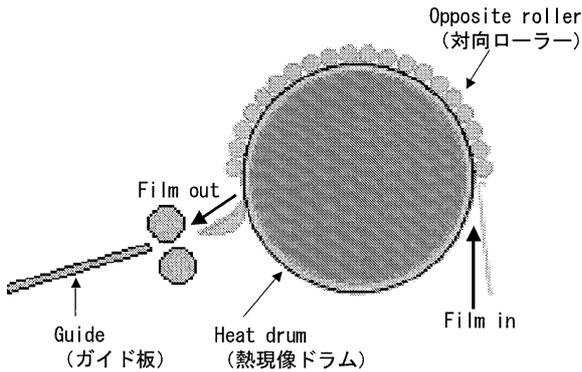


Fig.3 Heat development unit

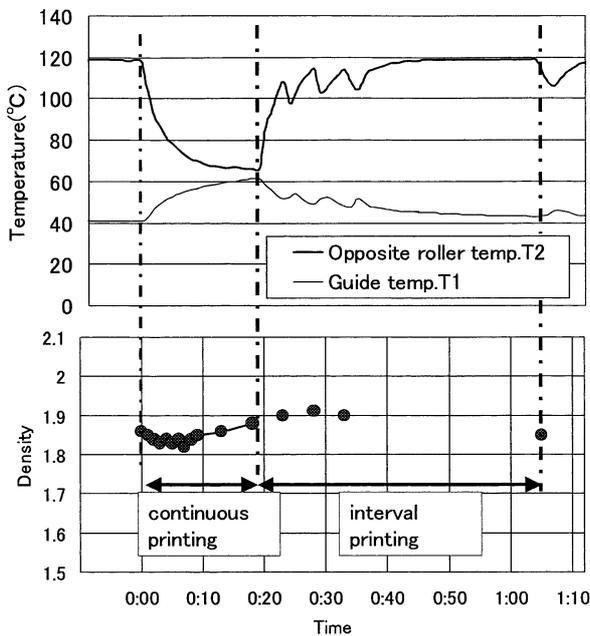


Fig.4 Temperature of the opposite roller and guide, and density change

DRYPRO 751/752では、さらなる濃度安定化を目指し、対向ロールとガイド板温度をリアルタイムで計測及び推定し濃度変化量を予測、熱現像ドラム回転速度にフィードバックすることにより、より高精度にフィルムへの供給熱量の均一化を図った。

熱現像に起因する濃度変化量の推定式は、

$$\Delta \text{濃度} = A \times T_1 + B \times T_2 + e \quad \dots (1)$$

ここで、 $T_1$  : ガイド板温度

$T_2$  : 対向ロール温度であり、

$A, B$  は、各温度の濃度への寄与度を表す。

尚、対向ロール温度は、イメージャー本体への実装上、摺動部でありセンサー耐久性等の制約から、実測値は用いず、以下の(2)式によりリアルタイムで推定した。

$$dT_2 / dt = U \times (T_f - T_2) \quad \dots (2)$$

ここで、 $U$ は、フィルムがドラムと対向ロールの間にある時はフィルムと対向ロール間の伝熱係数、フィルムがない時は熱現像ドラムと対向ロール間の伝熱係数。

$T_f$ は同様に、フィルムがある時はフィルム初期温度、フィルムがない時は熱現像ドラム温度を用いた。

Fig. 5に、対向ロール温度の推定と実測値の比較を示すが、良好な推定結果が得られている。

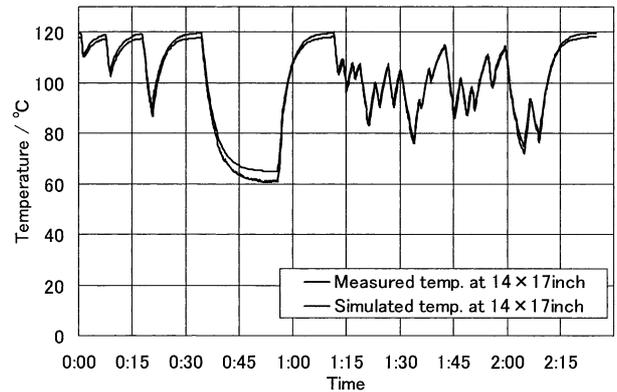


Fig.5 Comparison of simulation and measured temperature of the opposite roller

### 3. 2 露光プロセスの濃度安定化モデル

露光では、画像信号に対応する所定の光エネルギーをいかに均一にフィルム面に照射しかつ、1スキャン内で最大8K画素の高速変調の応答性をいかに確保するかが、高画質で安定な画像を提供する上で重要な点である。

レーザー制御部はFig. 6に示すように、レーザー発光量をフィードバックする直接変調方式を採用し、電子回路の温度安定化技術と合わせ、光量の安定性は露光部単体で確保している。

一方、レーザーの波長は、Fig. 7に示すような温度依存性があり、フィルムの分光特性と合わせ、露光部温度によりフィルムへの光エネルギー供給量が変化する傾向がある。

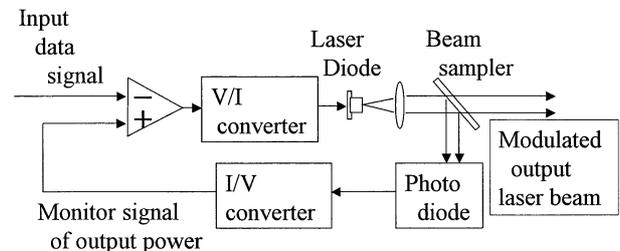


Fig.6 Functional block diagram of the laser unit

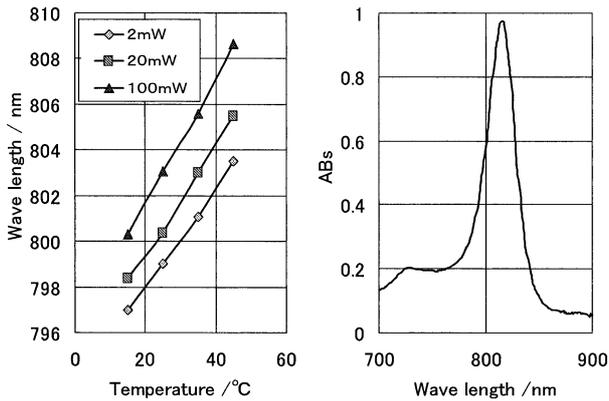


Fig.7 Wave length at various temperature and absorption curve of the imaging medium

露光に起因する濃度変化量の推定式は、

$$\Delta \text{濃度} = C \times T^3 + e^1 \quad \dots (3)$$

ここで、T<sup>3</sup>：露光部雰囲気温度であり、

Cは、温度の濃度への寄与度を表す。

### 3. 3 熱現像ドラム回転速度制御

熱現像部及び露光部における濃度変化量は、(1)、(3)式を結合し、

$$\Delta \text{濃度} = A \times T^1 + B \times T^2 + C \times T^3 + e^2 \quad \dots (4)$$

を用い、リアルタイムに各温度を計測あるいは推定し、時々刻々の濃度変化量を推定する。Fig. 8 に示すように、推定値と実際のプリント濃度が良好に一致している。

熱現像ドラム回転速度へのフィードバックには、Fig. 9 に示す濃度に対する熱現像時間依存性を利用する。

$$\text{熱現像ドラム回転速度} = \Delta \text{濃度} / D + E \quad \dots (5)$$

ここで、 $\Delta \text{濃度}$ は、(4)式で推定した濃度変化量

D：現像時間依存性のパラメータ

E：基準速度に合わせるための定数項である。

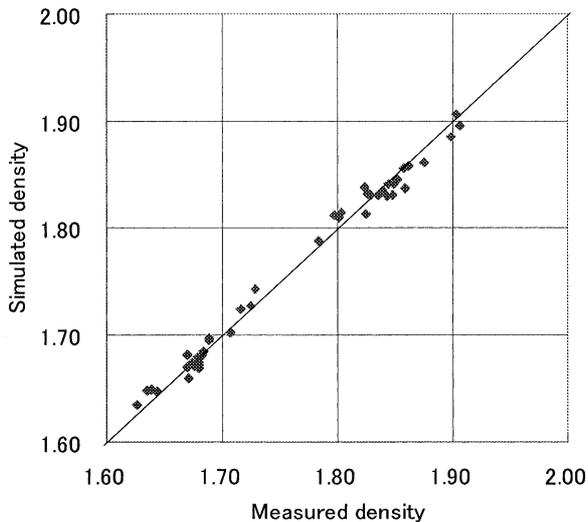


Fig.8 Comparison of simulated density and measured density

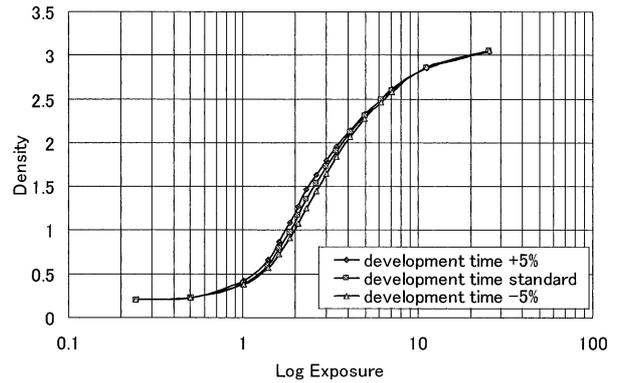


Fig.9 Characteristic curves of various development time

(5)式の制御の確認実験として、連続処理及び連続処理直後の間欠処理等を、環境15℃と30℃で行った結果をFig.10に示す。制御なしの結果と比較し、濃度安定性が改善されている。

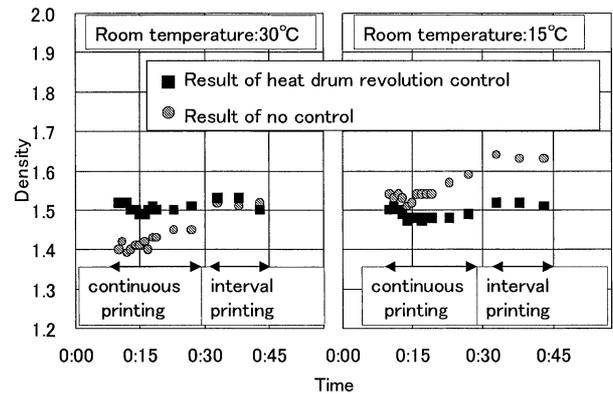


Fig.10 Result of heat drum revolution control technology

## 4 まとめ

今回開発したDRYPRO 751/752は、熱現像ドラム回転速度制御による濃度安定化等さらなる高画質・高診断性の追求と、医用デジタルネットワークへの高度で柔軟な対応を可能としており、今後、ハイエンドからミドルレンジまで、より広範囲のお客様のニーズに応え、ご利用いただけるものと確信している。

最後に、本開発にあたり、ご協力いただいた多くの関係者の方々に感謝する。