

R3 SUPER 1000(12inch デジタルミニラボ)の開発

Development of Digital Minilab System "R3 SUPER 1000"

小 幡 満*
Obata, Mitsuru

橋 本 浩 幸*
Hashimoto, Hiroyuki

宮 川 由 大*
Miyagawa, Yuta

大曾根 裕*
Ohsone, Yutaka

要旨

ミニラボにおける、急速なデジタル化の対応として、当社は1997年より世界に先駆け、フルデジタルミニラボに着手し、2002年には、RSUPERシリーズを展開してきた。更にデジタル化のニーズは広がりを見せており、2006年以降はアジア市場においても100%デジタルに置き換わると推定されている。

このような市場環境において、機器、ペーパー、ケミカル開発を併せ持つ当社は、ミニラボシステムトータルでのシナジー効果を発揮し、プロ写真市場に適した高画質を実現するデジタルミニラボR3 SUPER 1000の開発を行った。

プロ品質の実現と共に、入力から出力までのトータルソリューションを顧客に提供できるシステムとして、顧客満足を勝ち得ることを目的とした。

本稿においては、商品コンセプト、達成技術に関して紹介する。

Abstract

Since 1997, Konica Minolta has been creating fully digital minilabs to lead the world-wide trend in digitalization. That rapid global trend continues, with the Asian market predicted to reach 100% digitalization in 2006.

With the goal of satisfying the professional photographer, a milestone was reached in 2002 with the introduction of the R SUPER series.

Now, building on that series, a synergistic blend of machinery, paper, and chemical technologies offers the professional market a new level of quality and productivity with the introduction of the R3 SUPER 1000.

Reported here is the product concept and technological advances that secured this achievement.

1 はじめに

近年、写真業界を取り巻く状況は大きく変化してきており、特にフィルム市場はデジタルカメラの拡販により、縮小傾向が顕在化してきている。

しかし、デジタルカメラ、カメラ付き携帯等の普及により、画像ショット数はこれまでの銀塩フィルム時代より約3倍弱、多くなってきており、ミニラボメーカー各社は、フィルムからの写真作成だけでなく、これらのデジタル画像データからの写真作成可能なデジタルミニラボを開発してきた。

当社でも、1997年発表したフルデジタルミニラボシステムQD-21¹⁾から始まり、2002年からRシリーズとして主に海外に向け、R1 SUPER 1000²⁾、R1 SUPER 1400、R2 SUPER 700/1000を展開してきた。

一方、国内のミニラボ業界はこれまでのDPE店のみでの商売だけでなく、市場拡大をするため、撮影を含めたスタジオビジネスへの参入が加速し、海外においてもプロ写真市場への参入要望が高まってきている。

R3 SUPER 1000 (以降R3) は、R SUPERシリーズのフラッグシップ機として、プロ写真市場での使用にも十分に比べられる高画質を実現するために、機器開発、ケミカル開発、ペーパー開発でのシナジー効果を最大限利用し、開発を進めてきた。

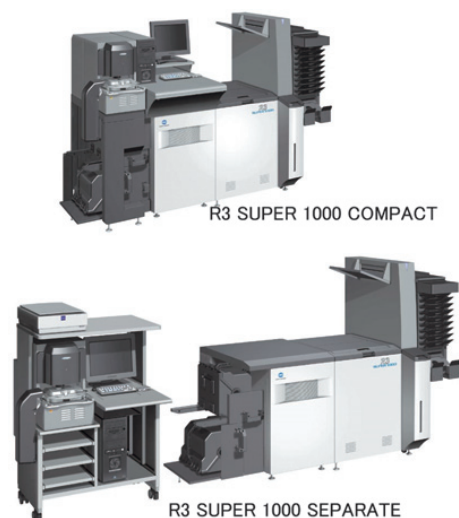


Fig.1 R3 SUPER series
Konica Minolta digital minilab system

* コニカミノルタフォトイメージング(株) 開発センター 機器開発部

2 開発思想と装置概要

2.1 コンセプト

市場の要求から、高品質、高機能、コンパクトはもちろん、高画質を最重要コンセプトとし、コニカミノルタの最大の武器である、機器、ケミカル、ペーパーのシナジー効果を最大限に利用し、システム構築してきた。

商品コンセプトとして、

- ・12inch機世界最小の入出力一体型デジタルプリンタプロセッサ
- ・プロ写真市場に適したプロフェッショナル画質
- ・顧客要望に応じて選べるシステムラインアップ
- ・高いシステム拡張性、オープン性

を目指して、ターゲットを、写真館をはじめとするスタジオ併設型のプロラボと呼ばれる写真店まで広げ、大判プリント作成可能な、かつ、高画質を実現するため、12inch巾ペーパー対応高画質ヘッド（400×800dpi³⁾を採用し、世界最高水準での12×18inchプリントの作成を可能にした。

また、多様な顧客要望に応えられるよう、機器をコンパクト化し、入力部の置き方で顧客要望にフレキシブルに対応できるシステムラインナップを構想した。

今後、さらに広がる入力チャンネルに対応できるソフト、ハードの拡張性を準備し、かつ、簡単操作をコンセプトとし、感覚的に扱えるユーザーインターフェースを実現した。

Table 1 R3 SUPER Main Specification

Product name		R3 SUPER 1000 COMPACT	R3 SUPER 1000 SEPARATE
System configuration		Integrated	Separated Input(workstation) units and output(printer processor) units
Imaging system		Independent B/G/R line photometry using 3-line CCD, LED light source	
Compatible input film		Color negative film: 135, APS, 110, 120(6×4.5~6×9), Color reversal film: 135, APS, 120(6×4.5~6×9), Slide mount(135, APS), B&W, Sepia film: 135	
Compatible input media		FD, SM, MS, CF, SD, XD(required adapter), MMC, Micro Drive, CD-R, DVD: prints	
Film-to-print speed	127× 89mm	950 prints/hour (approx.)	
	152× 102mm	850 prints/hour (approx.)	
Dital-to-print speed (3 megapixels)	127× 89mm	900 prints/hour (approx.)	
	152× 102mm	800 prints/hour (approx.)	
	254× 203mm	220 prints/hour (approx.)	
	305× 465mm	100 prints/hour (approx.)	
Exposure system		S.E.A.D.(Solid state Electro-optic shutter Array Device)	
Exposure resolution		400×800 dpi	
Paper width		82, 89, 102, 114, 117, 120, 127, 152, 165, 178, 203, 210, 216, 254, 279, 297, 305mm	
Maximum exposure length		465mm	
Processing time (dry-to-dry)		3min, 13sec	
Dimensions	Input section	2,327(Φ)×1,623(Φ)×1,028(Φ)mm	850(Φ)×1,300(Φ)× 900(Φ)mm
	Output section		2,327(Φ)×1,623(Φ)×1,028(Φ)mm
Monitor		15" LCD	
Magazine		Double magazine	
Print quality ECOJET Type 2	Paper	CENTURIA FOR DIGITAL (FD)	Dmax : Y2.20 M2.40 C2.30 Pure & neutral whites : a* 0.70 b* -3.8
		CENTURIA Pro FOR DIGITAL	Dmax : Y2.35 M2.55 C2.45 Pure & neutral whites : a* 1.0 b* -4.8
	Stability	Processing volume < 5 square meters per day Pure & neutral whites : b* -3.3	

2.3 コンパクト

機器の大きさの要望は、地域によって差がある。そのため、R3では、設置面積を最小限にする「コンパクト」

と作業性優先の店舗向けの「セパレート」をラインナップしている。(Fig.1)

R3では2個のペーパーマガジンを同時にセット、選択的に使用できる、ダブルマガジンユニットを標準装備し、さらに現像性向上のため、処理槽構成を変更したため、コンパクト化は開発を進める上で大きな課題となった。

プリンタでは露光搬送部の搬送経路の最適化を図り経路の短縮に成功した。プロセッサでは、乾燥部の搬送経路を装置上部方向に設計することで、クラス最小の設置面積1.5平方mを実現している。

2.4 装置概要

R3は大きく、入力部、プリンタ部とプロセッサ部に分けられる。以降はそれぞれのパートにわけ、概要を説明する。

2.4.1 入力部

入力部は、画像の入力を受け付ける部分で、フィルム、デジカメ、各種メディア、プリントなどから画像を取り込み、画像処理を施してプリンタ部へと画像データを転送する。

構成は、フィルムから必要な解像度で画像データを取り込むフィルムスキャナ部、各種メディアやフィルムスキャナ部からデータを受付、画像処理を施してプリンタへ送るワークステーション部、高画質プリント作成のための画像補正や、プリントからの画像取り込みを行うフラットベッドスキャナでなっている。

2.4.2 プリンタ部

プリンタ部は、入力部から送られてきた画像データを、規定サイズにカットされ搬送されている印画紙上に光信号として露光し、現像処理するプロセッサ部へシート状印画紙を搬送する。

ロール状印画紙を収納するペーパーマガジンを2個セットできるダブルマガジン部では、適宜必要なマガジンからペーパーを引き出す。

引き出されてきた印画紙を規定長さにカットするのはサブドライブユニットと呼ばれ、ロールの大きさ、重さに関わらず、一定の長さでカットしている。

カットされた印画紙は、露光搬送部において一定速度で搬送され、露光エンジンにより画像が露光される。

露光エンジンは、電気光学セラミックのPLZT光シャッタ³⁾を用い、主走査方向400dpi、副走査方向800dpiで画像形成を行っている。

1つの画素を形成する際、1つのシャッタで順次BGR光を透過し、それぞれの透過時間をシャッタで制御して光の強弱を制御している。

1つの画素のBGR光が同一シャッタ部を通過するため、色毎のずれがほとんど発生せず、世界最高水準の描画性を実現している。

画像が露光された印画紙は、送り出し部でプリント情報を裏印字され、プロセッサ部へ送り込まれる。

2. 4. 3 プロセッサ部

プロセッサ部では、画像が露光された印画紙を現像、乾燥する部位であり、現像処理部と乾燥部、ソータに大別される。

プロセッサ部での高画質化対応として、白地性改良、プロ用ペーパー対応、水洗槽の4槽化を行っている。

処理性、安定性向上のため、処理槽構成の追加及び処理時間を変更し、その分処理ラックごとの大きさの最適化、乾燥経路を短縮することで全体の設置面積が大きくならないよう工夫をしている。

また、1日の処理量が少ない店向けの低処理対応とし、タンク容量の低減、液面の開口面積の低減、キャリアオーバー量の低減化を行っている。

3 R3搭載技術

3. 1 12inchS.E.A.D.における技術

電気光学セラミックのPLZT光シャッターを利用した画像形成装置はすでに1996年から実用化されている。

この固体走査型のアレイ素子を用いる際の課題として、1ライン内の露光/未露光域の比によって濃度が不均一になることがあった。この現象は（Fig. 2）に示すようなテストチャートにおいて主走査方向にゴーストのような尾引きが発生することから、“横尾引き”現象と呼ばれてきた。

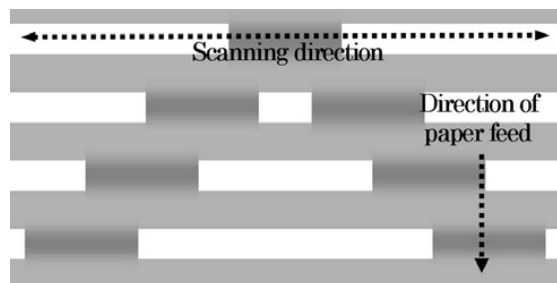


Fig.2 Image of nonuniformity in gray photograph

3. 1. 1 横尾引き現象の原因

PLZTシャッターアレイは、画素毎に配列された個別電極と、画素配列と並行して配置される単一の共通電極に挟まれた構造をとっており、2つの電極から与えられる電界によって複屈折が誘起され、光出力のON/OFF動作を行っている。（Fig. 3）更に、この印加する電界をPWM制御することにより階調制御が可能となる。

しかし、シャッターのON/OFF時において、画素に充電される電荷は共通電極を介して移動するため、インピーダンスとの相乗作用で瞬間的な電位を生じる。共通電極において過渡的に生じたこの電圧変動はシャッターの印加電界に作用して光出力に影響を及ぼす。即ち、横尾

引き現象は次に挙げる要因によって引き起こされる。

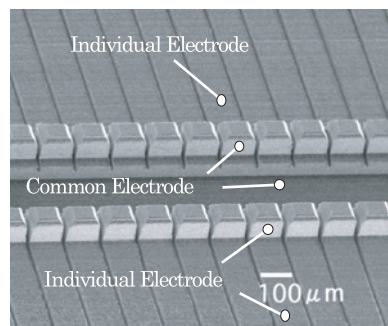


Fig.3 SEM image of PLZT shutter

- ①共通電極の電圧変動に対する光出力の変化
- ②シャッターON/OFF(充放電)動作をする画素数
- ③シャッターON/OFF(充放電)動作の時間的な重畳度合い

Fig. 4 に、共通電極の変動によって光出力が変化する様子を示す。

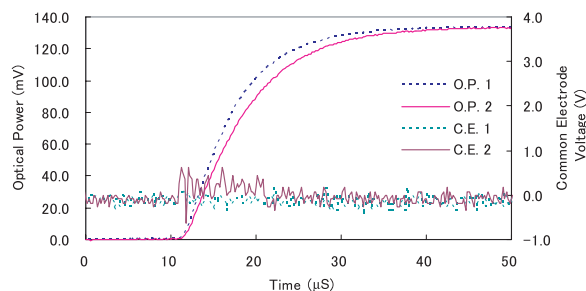


Fig.4 Change in optical power output with change in common electrode voltage

O.P. 1: Optical power with 128 shutters driven
O.P. 2: Optical power with 4960 shutters driven
C.E. 1: Common electrode with 128 shutters driven
C.E. 2: Common electrode with 4960 shutters driven

3. 1. 2 横尾引き現象に対する対策

PLZTは、印加する電界が高いほど光出力の立ち上がりは急峻となる特性を持っており、実際、Fig. 4 の駆動条件に対して印加電圧を上げると、共通電極の変動による立ち上がり特性の差は軽減される。（Fig. 5）。

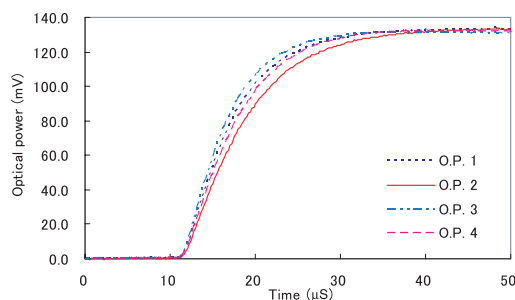


Fig.5 Effect of high-voltage shutter driving on optical power output
O.P. 1: Optical power with 128 shutters driven
O.P. 2: Optical power with 4960 shutters driven
O.P. 3: Optical power with 128 shutters driven with additional 2V
O.P. 4: Optical power with 4960 shutters driven with additional 2V

しかしまた、PLZTは高い印加電圧に対して高階調における透過光量を劣化させるという非線形な特性をもっている。R3では、横尾引きの観点から駆動電圧を見直し、最適化を行った。

次に、共通電極における変動を抑えるために、シャッターONのタイミングを分散させることを検討した。

前述のFig. 4は、S.E.A.D.の全画素に対して512画素毎に1 μ sの間隔で制御した場合の測定結果であるが、これに対し、128画素毎（間隔は同じ）に制御したときの結果をFig. 6に示す。

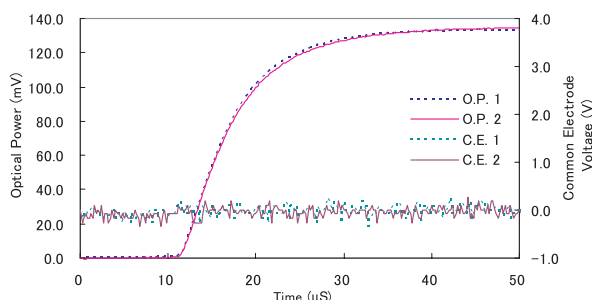


Fig.6 Effect of distribution of on-timing
O.P. 1: Optical power with 128 shutters driven
O.P. 2: Optical power with 4960 shutters driven
C.E. 1: Common electrode with 128 shutters driven
C.E. 2: Common electrode with 4960 shutters driven

シャッターONのタイミングを分散させることは、そのために使われる時間が露光量の低下に繋がるため、光源の仕様とのトレードオフとなる。R3では、描画実験の結果より、256画素を1 μ s間隔で順次点灯させる駆動方法をとっている。

以上の対策により、我々はSEADにおける横尾引き現象の濃度変化分を1.0%以下（視認限界レベルは0.7%）に抑えることができた。

3. 2 高画質化

コンセプトである高画質に向け、プリンタ、プロセッサでさまざまな技術を取り入れ、実現している。

3. 2. 1 プロ用ペーパー対応

プロ用としてのニーズに応えるため、スタジオ営業店、プロラボでの聞き取り調査に基づくスタジオ品質要求に沿った画質目標を設定したが、スタジオ撮影写真の大判プリントでの品質要求は非常に高く、一般アマチュア向け写真では問題にならないキズや汚れ跡について高い目標設定をする必要があった。

また、一般コンシューマ向け印画紙の処理に加え、プロ用の印画紙の処理を可能にするため、感材の乳剤番号をペーパーチャンネルに登録し、マガジンコードを設定することで感材種類を自動認識し、感材種にLUTと階調セットアップ条件の切換え、プロセッサ部の処理液補充量アップと乾燥温度変更を自動で実施するようにした。

高画質化についてはオプションソフトによりプロ品質

に耐えうる機能（プロ用基本階調設定、階調微修正、画像微回転、寸調整、学校写真系の顔寸調整）を追加してデジタル露光では難しいアナログ仕上げに近い高品質のプリント及び高付加価値プリントが作成できるように機能アップされている。

3. 2. 2 白地、黒地改良

プリントの白地と黒地はすべての色再現の基本となる。R3では、新規な感材、ケミカル、機器の開発のシナジー効果により、大幅な白地、黒地の改良を行い、色階調再現の巾を広げることに成功している。

特に少量処理店においても高画質と処理安定性を提供するシステムを目指し、白のきれいな写真、黒い部分の微妙な階調を再現する技術を、画像処理技術、および、現像性向上で実現した。

白地向上技術（白地の絶対値の向上、変動の低減）のため、機器側で、プロセッサの処理時間の変更、処理槽構成の変更（4槽化）、クロスオーバーラック構造の見直しによる処理液持込量（キャリーオーバー）の低減化により処理性向上、安定性確保を行い、ケミカルで発色現像液の保存性改良、およびタール発生低減（LTS技術）、安定液の蛍光増白剤の最適化（LSS技術）を行っている。

黒地向上技術（Dmaxの安定化）では処理時間の変更、ケミカルの発色現像液の保存性改良、安定液への新規保恒剤を採用し、さらに画像処理にて色階調再現の最適化より、シャドー部の描画性を向上し黒のしまりを実現した。

これらの実現のため、R3では、処理ラックを新たに設計し直した。新規ペーパーガイドにより、ラック自体の体積を確保して、処理タンクの処理液量の少量化を図ると同時に、中空構造にすることで、軽量化を達成した。またRシリーズのラックに比べ、2倍以上の強度アップを達成した。

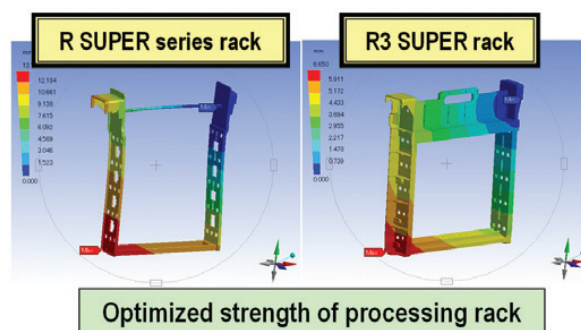


Fig.7 Rack strength simulation

3. 2. 3 搬送ムラ対策

ライン状露光エンジンを使用しているため、印画紙を搬送しながら画像形成する。このため、搬送速度の安定性が露光画質に大きな影響を与え、重要技術課題である。

カットされた印画紙を搬送する上での各種ローラーの

影響、印画紙の種類や、カールなどの物性ばらつきの問題、機器の振動、搬送雰囲気温湿度など、の印画紙搬送に影響を及ぼす各種因子に対して、ロバストネスを有した系にする必要があり、R3では、これまでR1 SUPER、R2 SUPERで培ってきた知見を基に、品質工学の手法を活用して、要素仕様を決定した。(Fig. 8)

この結果、R1 SUPER比較で約30%のムラ低減を実現し、プロラボで使用実績のある機器に対しても遜色ない画質を実現した。

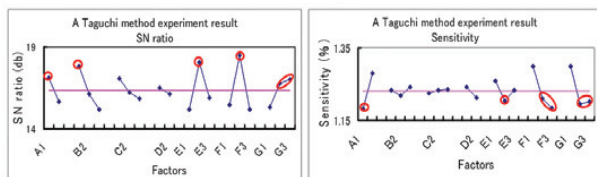
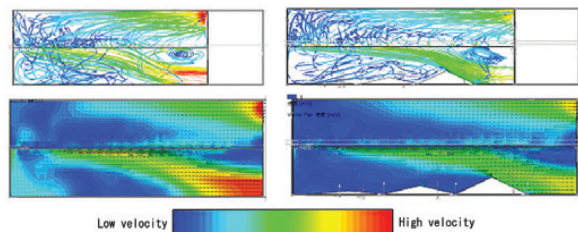


Fig.8 Optimization of paper transport via quality engineering

3. 2. 4 新規乾燥技術

R3では機器のコンパクト化を目指し、乾燥部の設計でベルト搬送/温風乾燥方式を採用し、乾燥部の搬送経路を装置の上部方向に設計して、設置面積の減少を図った。

熱の分布、熱風の流れをシミュレーションで検討し、あらかじめ最適化を行って、設計へフィードバックすることで、設計検討期間の短縮を実現した。



Above: airflow direction. Below: airflow velocity

Fig.9 Analysis of drying compartment airflow.

3. 2. 5 低処理対応

デジタル先進諸国においては1店舗における、プリント量が少なくなり、欧州、国内とも全体の50%以上が1日1000枚以下の処理量となっている。処理枚数が減れば、処理液の更新率が低下し、保存性や、処理性能低下(白地劣化等)の品質問題が懸念される。

R3プロセッサでは処理部開口面積の低減(当社比50%減)、タンク容量低減、処理液持込量(キャリーオーバー)の低減化を図り、ケミカルでも安定液への新規保恒剤の採用で、1日1000枚以下の処理量でも、安定した性能を維持できるプロセッサを実現した。

4 まとめ

海外で定評ある、Rシリーズのフラッグシップ機として、メカトロニクス、ソフトウェア、画像処理技術、光学技術、ケミカル、感材の多くの分野の統合技術により、デジタルミニラボR3を商品化することができた。

これにより、従来ミニラボでは対応が難しいとされてきたスタジオ併設の写真館などのプロ用としての使用に比べる高画質を実現することができた。

今後は機器のコストダウンとともに、今回培った高画質化技術をさらに進化させ、高画質のプリントをお客様に提供できるようシステム商品の研究を進めていきたい。

●参考文献

- 1) 栗本 哲也・今村 潤一, Konica Tech. Rep., Vol. 12 137(1999)
- 2) 鈴木 厚司・伊藤 栄治・中花田 学・出口 俊, Konica Tech. Rep., Vol. 16 27(2003)
- 3) 藤井 雄一・北野 博久, KONICA MINOLTA Tech. Rep., Vol. 2 169(2005)