

# R3 SUPER システムのプロフェッショナルペーパー、 処理剤開発とプロ用画像処理設計

デジタル時代の次世代プロ用ミニラボプリントシステムの設計と技術

Development of Professional Paper and Chemicals for the R3 SUPER System, and Design of Enhancement on Images for Professional Use

中島 一比古\* 居野家 浩\* 川嶋 宏毅\* 石田 賢治\* 加 健児\*\*  
Nakajima, Kazuhiko Inoie, Hiroshi Kawashima, Kouki Ishida, Kenji Kuwae, Kenji

## 要旨

2005年8月に発売した12inchデジタルミニラボ R3 SUPER 1000に搭載するプロ用画質ペーパー KONICA MINOLTA QA PAPER PROFESSIONAL FOR DIGITAL TYPE P9、及びプロ用画質を達成する処理剤ECOJET-P COMPACT TYPE 2、及び最高画質の最適化を行う画像処理技術の開発を行い、ミニラボでプロ用画質を達成するための設計思想とその搭載技術について報告する。

- (1)プロ用画質ペーパー KONICA MINOLTA QA PAPER PROFESSIONAL FOR DIGITAL TYPE P9は世界最高レベルのデジタル適性、最大濃度と優れた白地を達成した。
- (2)処理剤ECOJET-P COMPACT TYPE 2はペーパー処理に際し、白地の改良と高い最大濃度及び性能安定性を実現し、少量処理適性向上を達成した。
- (3)12inchデジタルミニラボR3 SUPER 1000は新露光ヘッド、およびその露光制御系の最適化より色再現と高い描写力を達成した。これらの個々の技術とトータルシステムによる品質向上について報告する。

## Abstract

KONICA MINOLTA has developed the professional paper KONICA MINOLTA QA PAPER PROFESSIONAL FOR DIGITAL TYPE P9, the processing chemical ECOJET-P COMPACT TYPE 2 and the enhancement technologies to gain the highest quality of images which are integrated into 12inch digital mini-lab R3 SUPER1000 released in summer, 2005. The design policy to achieve the professional quality of images with mini-lab and the adopted technologies should be reported.

- (1) Professional paper KONICA MINOLTA QA PAPER PROFESSIONAL FOR DIGITAL TYPE P9 achieved the highest quality with digital exposure in the world, the maximum density and the desirable white background.
- (2) Processing chemical ECOJET-P COMPACT TYPE 2 realized the improvement of white background, the maximum density and the stability, and achieved the compatibility to less volume of processing.
- (3) 12inch digital mini-lab R3 SUPER 1000 achieved high color reproduction and high descriptiveness by introduction of new exposure head and the optimized exposure control unit.

\* コニカミノルタフォトイメージング(株) 開発センター 材料開発部  
\*\* 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

## 1 はじめに

ミニラボプリントシステムが市場に導入され、簡単に短時間に安価なプリントが得られるようになった。又、プリンタのデジタル化が進み、品質安定性へのニーズがいつそう高まってきているが、一方ではカメラ付携帯電話やパソコン、小型プリンタの急激な増加により銀塩プリントが減少している<sup>1)</sup>。そのような状況の中で営業写真に代表されるウェディング写真や七五三写真などのプロ市場では銀塩写真プリントが大部分を占めており、その高画質ゆえに高いニーズを維持している。このようなプロ市場では、特にグレー階調再現性、白色部と黒色部の明度再現性、滲みや鮮鋭性等の画質、キズやよごれ等の品位が重要な品質であり、大判プリントが主要な商品となる。プロ市場の要求を満たす高品質な商品をミニラボシステムで提供することによって、一般ユーザーが手軽にプリントを手にできるようにKONICA MINOLTA QA PAPER PROFESSIONAL FOR DIGITAL TYPE P9 (以下、TYPE P9)、ECOJET-P COMPACT TYPE 2 (以下、TYPE 2ケミカル)、R3 SUPER 1000 (以下、R3 SUPER) はシステムとして最適な性能を具備させるというシナジー思想のもと設計開発された。本稿においては、システム性能を最大限に発揮するTYPE P9とTYPE 2ケミカルの導入技術及びR3 SUPERの画像処理技術について紹介する。

## 2 プロフェッショナル用途のユーザーニーズ

### 2.1 営業写真に求められる高画質

営業写真に求められる画質は、アマチュア市場に比較してかなり高い。具体的には、白地はニュートラルな白色、黒地は高い最高濃度 (D-max: 本稿では画像中の最高濃度と定義) が要求される。また、シャドウ部の階調はつぶれることなく豊かな描写性を有する必要がある。

Fig. 1は典型的な営業写真であるウェディング写真のサンプルである。従来の銀塩フィルムからの引き伸しプリントと大きく異なる点は、画像の外に位置している文字も同時にプリントされる場合が多いことである。白地はよ

り美しい白を、D-max部分はより黒いことが望まれ、ウェディングドレスなどの白い布地の質感を表現するハイライト、タキシードなどの黒い布地を表現するつぶれないシャドウ、豊かな階調再現と自然な肌色再現を求められている。さらにプリントされる文字も高品位で、すっきりしてにじみがないことが求められている。

## 2. 2 営業写真特有のニーズに対応した操作性, 利便性

プロフェッショナル用途のデジタルミニラボシステムは営業写真館で求められる証明写真などの高付加価値商品を用意すると共に、種々のニーズに応えられるシステムとしてのデジタルソリューションを提案することが求められている。具体的には、従来のネガフィルムをミニラボシステムでプリントしているユーザーを、デジタルプリンタへスムーズに移行させる技術の提供である。例えばプロ用ネガフィルムからの高画質プリント、営業写真館用の高画質DSC (Digital Still Camera) からの高画質出力、近年のDSCの忠実な色再現技術のトレンドであるICCプロファイルによるカラーマネージメントに対応した色相に忠実で鮮やかな色再現、等が求められる。



Fig. 1 A typical digital print

## 3 導入技術

### 3. 1 TYPE P9の技術

#### 3. 1. 1 New EXRED技術 (New Excellent Response to Digital Exposure)

この技術は2004年に発売したKONICA MINOLTA QA PAPER CENTURIA For Digitalで採用したハロゲン化銀粒子技術<sup>2)</sup>である。TYPE P9ではR3 SUPERシステム用に最適化した結果、安定した階調再現を可能にしている。近年伸長する代表的な銀塩デジタルプリンタの露光デバイスはS.E.A.D. (Solid State Electro-Optic Shutter Array Device)<sup>3)</sup> などピクセル毎に順次露光する高照度短

時間露光方式であり、これに十分な応答性を持たせるハロゲン化銀技術が必要である。New EXRED技術の特長は、高照度短時間露光時に多量に発生する励起電子を効率よく格子間銀イオンと潜像を形成するために、複数のドープ金属錯体によって機能的に電子トラップ制御を行ない、高照度短時間露光適性を付与することにある。この技術に加えてTYPE P9では、特に青感色性層用乳剤の電子トラップ制御と化学増感をR3 SUPERの露光デバイスの露光時間に対して最適化することにより、Dmax部のイエロー濃度としては既存のミニラボシステムとしては最高の濃度を達成し、高い色調再現を可能にした。

#### 3. 1. 2 AWAC技術 (Advanced Whiteness Accelerate Compound Technology)

KONICA MINOLTA QA PAPER CENTURIA For Digitalで採用した技術<sup>2)</sup>でありTYPE P9ではR3 SUPERシステム用に最適化し、従来のシステムに比べて美しい白地を達成した。技術ポイントは、以下の2点である。

- ①ペーパー中の蛍光増白剤 (Fluorescence Whitening Agent for Paper, 以下FWAP) とその固定化機能を有する親水性ポリマーの最適化
- ②紫外線吸収剤による光吸収の制御

従来よりペーパーは、塗膜にFWAPを添加し白地の改善を図ってきた。処理の最終工程が水洗処理の場合、FWAPの効果は大きい。ところが近年主流の安定液を最終工程に使用する無水洗処理では逆に、白地が劣化する新たな事実が判明した。これは、FWAPとこれを固定化するために添加している親水性ポリマーの影響が大きいことによる。Fig. 2に示すように、FWAPと親水性ポリマーの量が従来添加量の場合は、水洗処理では白地に青みが増加して好ましいが、安定液を使用する無水洗処理では逆に黄ばんで白地劣化を招く。一方、FWAPを除去し親水性ポリマーを減量した場合、水洗処理、無水洗処理ともに好ましい白地が得られる。この現象は、無水洗処理は洗い出し効果が弱いため、FWAPや親水性ポリ

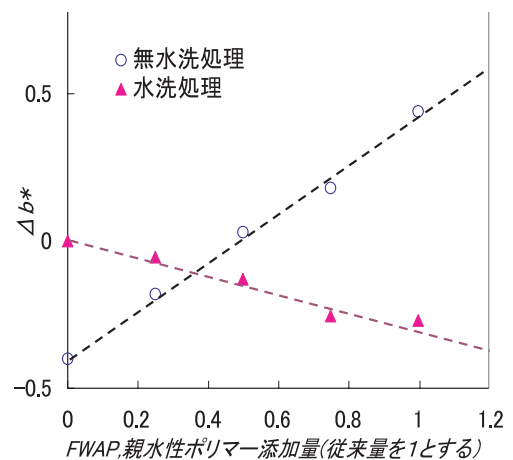


Fig.2 Relationship between amounts of FWAP and hydrophilic polymer, and white tone

マーが多い場合、青感色性層用乳剤に使用している増感色素の流出が阻害されるためと考えられる。TYPE P9ではシステム最適化の観点からFWAPを除去し且つ親水性ポリマーの使用量を減量することで白地性を改良した。また、従来ペーパーにおいて紫外線吸収剤の吸収波長ではFWAPの紫外線励起による蛍光発光を妨害していたが、TYPE9では吸収波長域を最適化し、蛍光発光を増大させることにより、美しい白地再現を実現した。

### 3. 1. 3 RRR技術 (Resistance to Radioactive Ray Technology)

カラーペーパーは、自然放射線の影響を受けるため冷暗所に保存した場合でも白地が劣化することが知られている。特に影響を受けやすい層は青感色性層であり、ハロゲン化銀の塗布量の増加や大粒子化が劣化を拡大する。特にプロ用ペーパーは、最高濃度を高くするためにハロゲン化銀の塗布量が多く、自然放射線の影響を受けやすい。Fig. 3に示すように、TYPE P9では、自然放射線に対する塗布銀量と粒径の関係から小粒子での設計を選択した。当社既存プロ用ペーパー Konica Minolta Paper PROFESSIONAL FOR DIGITAL Type CDに対し青感色性層用乳剤の粒径を0.72 μmから0.59 μm (粒径比10%, 体積比で30%の小粒径化)に変更した。これによりFig. 4に示すとおり白地劣化を16%改良した。

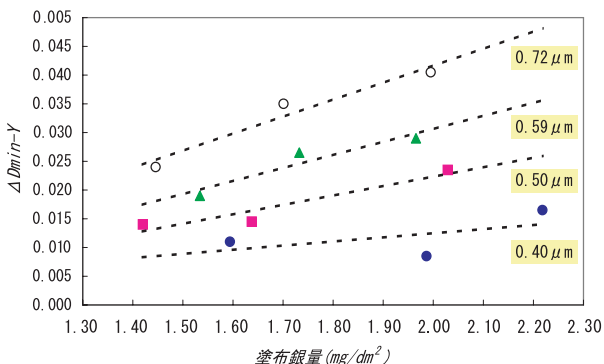


Fig.3 Relationship between grain diameter in blue sensitive layer and amount of Ag/variation in Dmin (after radiation exposure equivalent to 2 years)

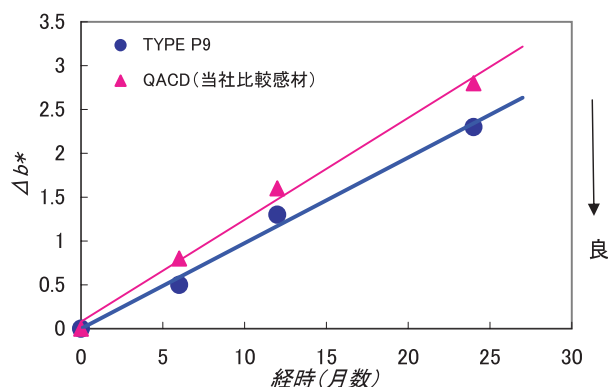


Fig.4 Estimated variation in white tone over time

### 3. 1. 4 CCR技術 (Chemical Control Robustness Coupler Technology)

KONICA MINOLTA QA PAPER CENTURIA For Digitalで採用した技術<sup>2)</sup>であり、色再現性と現像時の発色安定性を目的に設計された新規の母核を有するシアンカプラーをTYPE P9でも用いた。このカプラーの特長は発色色素の吸収がシャープであり、高彩度の発色特性を有する点である。この技術によりR3スーパーシステムが緑～シアン領域の色再現性、特に高彩度の色弁別性を有することを可能にした。

### 3. 2 TYPE 2ケミカルの技術

昨今のミニラボ市場では、一日当たりのプリント現像処理量の少ない少量処理店の割合が増加し、これに伴い少量処理店特有の品質課題が顕在化してきた。従来のECOJET-P COMPACT TYPE 1ケミカルは錠剤保存のため従来液剤ケミカルで発生する補充液酸化劣化の影響を受けないが、水溶解した処理液の空気酸化に起因した現像液中の現像主薬の酸化劣化、安定液の酸化による硫化によって白地や濃度変動に影響を及ぼす。

TYPE 2ケミカルでは、これらの課題に対する改良技術を導入し性能向上と安定化を図った。

#### 3. 2. 1 ESSR技術 ("Enhancement of Sensitizer Stain Removal effect" technology)

現像処理の際、ハロゲン化銀に用いられる増感色素の処理液への溶出が不十分であったり、一旦処理液中に溶出した増感色素が再びペーパーに染着したりすると、白地が劣化する。

安定液にケミカル用蛍光増白剤 (Fluorescence Whitening Agent for Chemicals, 以下FWAC) として添加している特定のピストリアジニルアミノスチルベンスルホン酸化合物には、本来の蛍光増白効果に加えて、ペーパー塗膜中の増感色素の洗い出しを促進する効果と、処理液中に溶出して蓄積した増感色素がペーパーに再染着することを防止する二つの効果がある。しかし一方で、FWACの安定液への添加量を増量するとペーパーへの染着量が増大し、この結果、染着したFWACの蛍光発光によりD-max部のイエロー濃度が低下することから、添加量を制限しなければならないジレンマがあった。

TYPE 2ケミカルは安定液の特定組成成分の塩濃度とFWACのペーパーへの染着性に相関関係があることから、FWACのペーパーへの染着性を抑制する方向に安定液塩濃度を最適化し、FWACによって得られる増感色素の洗い出し促進効果と処理液中の増感色素の再染着防止効果をより一層高めことに成功した。これによりFig. 5に示すようにD-max部のイエロー濃度を低下させることなく安定液中のFWAC濃度を増量しても白地を向上させることを可能にした。



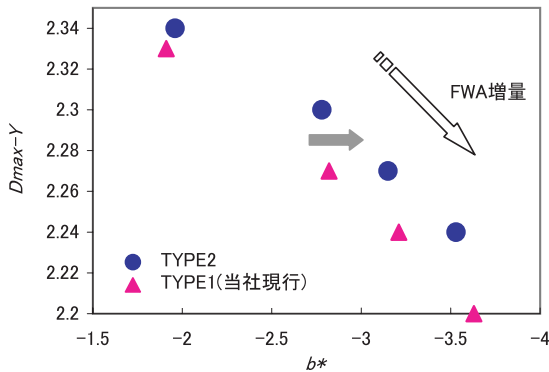


Fig.5 Relationship between the amount of FWAC and Dmax-Y/white tone

### 3. 2. 2 LTS技術 (Low Tarring and low Staining agent technology)

現像液に使用される発色現像主薬は、空気酸化によってタール化し、これがペーパーに染着することで白地が汚染される。従って、現像主薬の空気酸化の抑制と発生したタールのペーパーへの染着防止の二つの改良の方向性が考えられる。

TYPE 2ケミカルは、現像液の保恒剤量の最適化により主薬の空気酸化速度を当社従来ケミカル比で25%低減した。且つ、機器の開口面積、タンク容量を小さくしたR3 SUPERシステムではさらに50%低減を達成し、タール発生量自体を大幅に抑制した。

又、現像液の界面活性剤の疎水性基部分であるアルキル基の炭素数を最適化した新規界面活性剤の採用により、現像液の表面張力を調整し、タールがペーパーに染着するのを抑制した。

### 3. 2. 3 IPSA技術 (Improvement of Processing Stability by Antioxidant)

少量処理では、安定液中に前槽の漂白定着槽から持ち込まれる可溶性のチオ硫酸銀錯体が空気酸化し不溶性の硫化銀沈殿を生成しやすくなるため、これがプリントに付着して白地を劣化したり、処理ラックを汚染するといった問題が発生する。TYPE 2ケミカルは、安定液の

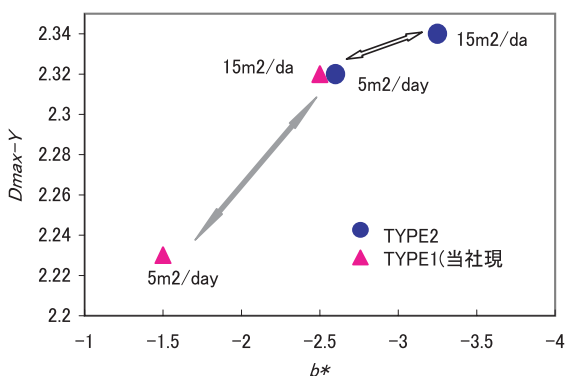


Fig.6 Relationship between processing volume and Dmax-Y/white tone

硫化耐性を新規保恒剤の採用により当社従来ケミカル比で2倍に高めている。

このIPSA技術と錠剤形状による補充液酸化劣化の影響を受けないメリットとの相乗効果により、少量処理(5 m<sup>2</sup>/日)から多量処理にわたって、D-max濃度と白地の安定化を実現した (Fig. 6)。

## 3. 3 R3 SUPER画像処理技術

### 3. 3. 1 色・階調再現設計

TYPE P9ペーパー、TYPE 2ケミカルとR3 SUPERの組み合わせによるD-max向上により、プリント上で再現可能な色域が従来のアマチュア用システムに対して拡大した。プロフェッショナル用途に要求される、ニュートラルリティの高いグレー階調、豊かなシャドー部の描写性と、しまりのある黒の再現に 대응するために、階調・色再現を表現する画像処理設計を行った。また、色再現設計をR3 SUPERのS.E.A.D. ヘッドとTYPE P9ペーパーに最適化し、特にシアン～ブルー領域における色域が拡大され、深い青の描写性向上を実現した。

### 3. 3. 2 S.E.A.D. ヘッド

本露光方式では、レーザー露光方式の弱点である周辺部でのボケ、滲みが原理的に発生しないため、にじみのない高鮮鋭の画像を可能にした。

### 3. 3. 3 プロ用ネガフィルムならびにDSCからの入力機能

プロ用ネガフィルムとプロ用印画紙との組み合わせからなるプロ用アナログ写真の品質は、プロ市場の厳しい要求に対して、感材メーカーが永い年月をかけて作り上げ、熟成させてきたもので、その階調・色再現は、現在でも、プロフェッショナルユーザーから圧倒的に強い支持と信頼を得ている。豊かな階調再現を有するプロ用ネガフィルムの利用を継続するために、デジタル化への移行を躊躇しているプロフェッショナル用途のユーザーニーズに応えるため、代表的なプロ用ネガに対し、色・階調再現などを最適化した専用のデジタル画像処理を施す新規のソフトウェアを開発し、プロラボによるアナログ仕上げに匹敵するプリントが、簡単に得られるようになった。

一方、一部のプロユーザーでは、写真撮影を従来のネガフィルムからDSCへ切り替えているが、その際、ユーザー自らが現像ソフトや市販の写真画像編集・加工用などのアプリケーションソフトで、色や階調の加工をおこなう必要があり、プロ用ネガフィルムからのプリントに近似の階調・色再現を行うことは、非常に困難なのが実状である。R3 SUPER ではDSCからのプリントにおいてもネガからのそれと同様の機能を搭載し、撮影を含めたフルデジタル化への対応を可能にした。

### 3. 3. 4 階調カスタマイズ技術

ハイライト部、シャドー部の階調領域別にコントラスト

ト修正を行う機能で、ユーザーの好みや、シーンに合わせて微妙なカラーバランス調整などが機能を簡単にできるようにした。

### 3. 3. 5 プリンタ階調セットアップ技術

感光材料の特性曲線の特徴に着目して推定を行うアルゴリズムを導入することで、プロフェッショナル用途の要求品質を満足し、安定したプリント階調再現を維持することに成功した。

### 3. 3. 6 ビジネスソリューション対応

ICCプロファイルに対応し、ICCカラーマネージメントに対応したアプリケーションと連携したプリント出力が可能となり、他の入力機器（フィルムスキャナーなど）と組み合わせたビジネスモデルへの対応を行った。

また、プリント時のスケール調整機能/微小回転機能は、プロラボのプリント工程の作業分析や、証明写真用途も重視し、プリント画像のレイアウト変更の簡便さを重視して設計を行い、優れた作業性のトリミング機能を提供できた。

## 3. 4 システム性能向上のまとめ

市場ニーズ調査にもとづき設定した目標品質項目とR3 SUPERシステムに搭載した技術の関係をTable 1に示す。

Table 1 Relationships between target quality and adopted technologies

目標品質項目	搭載技術		
	TYPE P9 ペーパー	TYPE2 ケミカル	R3 SUPER
白地向上	AWAC 技術	LTS/ESSR 技術	—
D-max 向上	New EXRED 技術	ESSR 技術	階調再現技術
文字にじみ 改良		—	SEAD. ヘッド
安定性向上	RRR 技術	LTS/IPSA 技術	—
色再現向上	CCR 技術	—	階調再現技術
グレー再現性 向上	—	—	階調セットアップ技術 階調カスタマイズ技術

これらの技術はR3 SUPERシステムとして最高のパフォーマンスを発揮するように最適化されている。次章において、プロ用画質を達成したR3 SUPERシステムの画質の特長について述べる。

## 4 R3 SUPER システムの画質性能の特長

### 4. 1 世界最高レベルのD-maxを実現

特にプロ市場においては黒のしまりを描写するための高い最高濃度が必要とされる。R3 SUPERシステムにおいては、TYPE P9ペーパー新規ハロゲン化銀粒子の導入（New EXRED技術）、R3 SUPER 1000のシャドー部の階調設計により、今までミニラボシステムでは困難であっ

た世界最高レベルのD-maxを実現した。Fig. 7にR3 SUPERシステムとその他のシステムのD-maxの比較を示す。

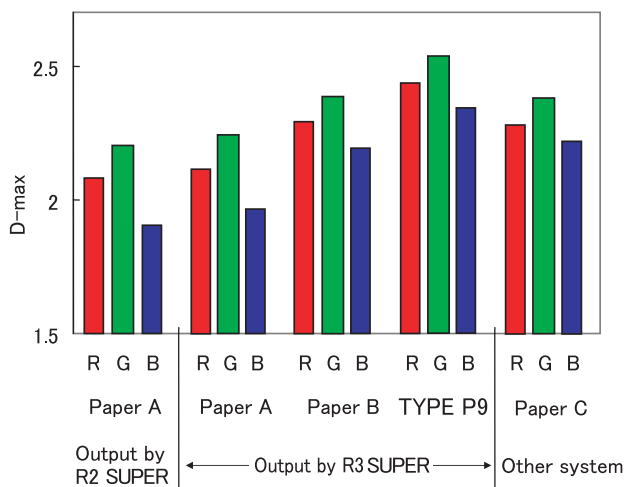


Fig.7 D-maxes of digital minilab's compared

### 4. 2 高D-maxと文字にじみ減少の両立を最高レベルで実現

一般的に、文字のにじみとD-maxはトレードオフの関係にある。従来のミニラボシステムでは黒のしまりを重要視すると文字がにじんでしまうというジレンマを有していた。R3 SUPERシステムにおいては、TYPE9ペーパーによるシャドウ部硬調化と高D-maxを実現し、R3 SUPERがS.E.A.D.ヘッドとその出力光量の最適化によりにじみを低減させたために、システムとしてはじめてこのジレンマを解消することに成功した。Fig. 8にミニラボシステムの文字にじみとD-maxとの関係をプロットした。右上に行くほど文字にじみが少なくD-maxが高い高画質

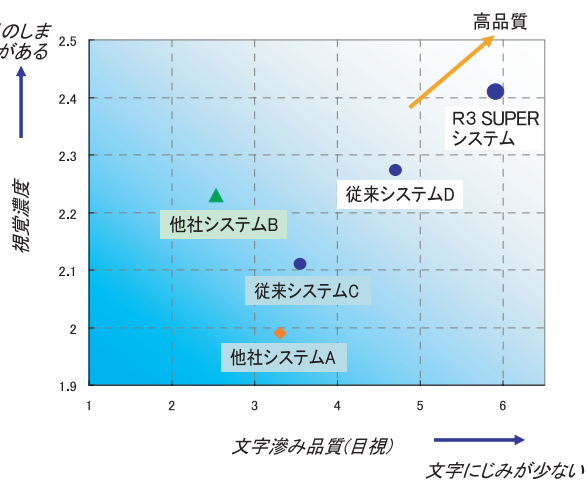


Fig.8 Relationship between character blurring and Dmax

画像が得られることを意味する。Fig. 9 に示すようにR3 SUPERシステムは文字にじみが少なく、高D-maxとの相乗効果でもっとも高画質なプリントが得られるシステムを実現した。



Fig.9 Difference in character blurring between R3 SUPER system and previous system

#### 4. 3 ニュートラルな白地を実現

重要性能である白地についてR3 SUPERシステムは、色相と明度の二つの軸で目標値を設定し、システムでの実現を目指した。Fig. 10 の $a^*b^*$ プロット<sup>4)</sup>に示すように、R3 SUPERシステムの白地は色の偏りが少なく、ニュートラルな白地となっていることがわかる。また明度についても、従来の水洗処理プロセスと同等以上をシステムとして達成している。

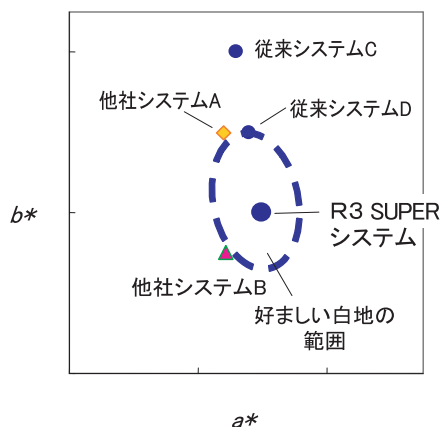


Fig.10 Relationship between ideal white and actual white attained in various photo systems

#### 4. 4 ビジネスソリューションの提供

R3 SUPERシステムではプロ用ネガフィルムからの入力に特化した階調再現、色再現の画像処理ソフトをオプションとして搭載することも可能である。このソフトを導入することにより従来デジタルプリントでは実現困難であったプロ用ネガフィルムからのプリントもアナログシステムを超える品質を達成している。また、このオプションソフトは主要な一眼レフタイプのDSCに対して画質の最適化、ICCプロファイルに対応した最新のカラーマネジメント機能を付与など、さまざまなプロ仕様でのニーズにも対応しており、さらなるビジネスチャンスを広げることが可能である。

#### 5 まとめ

新規に開発したペーパー、処理剤、画像処理の技術の融合により、R3 SUPERシステムはプロの厳しい要求品質に応える商品を提供できるミニラボプリントシステムとなった。本システムが銀塩写真プリントのさらなる品質向上に寄与することを期待し、今後も市場の潜在的ニーズにマッチし、広くプロフェッショナル市場に導入されるミニラボシステムの研究開発をめざす。

#### ●参考文献

- 1) 2005 ラボ年鑑 株式会社月刊ラボ P23 (2005)
- 2) 村上修二, 西村基, 日置克彦, 居野家浩: KONICA MINOLTA Tech. Rep., Vol. 2,174,175,176 (2005)
- 3) 藤井雄一, 北野博久: KONICA MINOLTA Tech. Rep., Vol. 2, 169 (2005)
- 4) 新編 色彩科学ハンドブック 第2版 (日本色彩学会編) P275