

# New フジ G カラーフィルム Super FA-FC/FT の開発

酒井秀一\* , 林 泰浩\*

## Development of New FUJI G-COLOR FILM SUPER FA-FC/FT

Hidekazu SAKAI\* and Yasuhiro HAYASHI\*

### Abstract

In September 1998, Fuji Photo Film Co., Ltd. released a new color display material, "New FUJI G-COLOR FILM SUPER FA-FC/FT". This display material, as the first commercial product in the world, can be used for a variety of exposure methods including not only contact and enlarging projection, but fast, digital scanning with laser. This paper reports strategies and technologies in the development of this color display material.

### 1. はじめに

1998年9月に弊社より発売された「New フジ G カラーフィルム Super FA-FC(フジクリアー)/FT(フジトランス)」(海外名: FUJITRANS CRYSTAL ARCHIVE DISPLAY MATERIAL)は、世界に先駆けて、従来の密着焼き付けや引伸機を用いた露光システムが要求する比較的 low 照度長時間の露光領域から、各種レーザー走査露光装置などが要求する著しい高照度短時間の露光領域まで、高品質の画像を安定に提供できるカラー感光材料である。

本報告では、その設計思想および技術内容について説明する。

### 2. 商品化のねらい

近年のコンピューターの急速な発達と安価化によるデジタル画像処理技術の発展と普及は、商業用写真作製の現場を一変させつつある。一つの画像を作り上げるのに必要な複数の画像の合成やロゴなどの合成は、従来、覆い焼きや多重露光のような複雑で時間のかかる方法で行われていた。ところが、最近ではこれらがコンピューター上で比較的容易かつ短時間にできるようになった。それに伴い、コンピューター上で作製したデジタル画像を表示媒体として、最も高画質なハロゲン化銀感光材料に記録したいという要求が生まれ、それに応える形でデジタル画像を直接ハロゲン化銀感光材料に記録できるレーザー走査露光装置、および専用のハロゲン化銀感光材料が開発された。しかし、過渡期である現在、多くのラボは従来型の露光システムと新しい露

光システムが共存している。ここでは、それぞれの方式に応じた2種類のハロゲン化銀感光材料を準備する必要があり、特に透過観賞用ディスプレイプリントフィルムのような少量しか取り扱われない品種においては、在庫管理などの煩雑さが生ずることになる。そこで、われわれは従来からの密着焼き付けや引伸機を用いた露光システムにおいて今まで以上の高画質を有し、かつレーザー走査露光装置を用いたデジタル画像データを直接露光するシステムにおいても優れた濃度再現域および階調再現性を有した、ユーザーの意向を忠実に再現できる高画質の透過観賞用ディスプレイプリントフィルムの開発に着手した。

### 3. 本感材の設計思想と特徴

本感材の開発に当たって、以下の2点を満たす感材の具備すべき性能を考察した。

レーザー走査露光システム(以下、デジタル露光と称する)および従来の引伸機などの露光システム(以下、アナログ露光と称する)の両者に対応すること

商業用途を目的とした透過観賞用ディスプレイプリントフィルムとして、従来のアナログ専用感材を越える画質を有すること

その結果、以下の8点に注目し、設計を行った。

- (1) 広い露光時間範囲で感度、階調の変動が少ないこと
- (2) ハイライトからシャドウまでグレイ階調が整っていること
- (3) 色再現性がより鮮やかであること
- (4) 純色のシャドウディテールが十分に再現できること
- (5) ハイライトのぬけが良いこと
- (6) 文字品質が高いこと。すなわち、鮮明でにじみのない文字を表現できること
- (7) 画像堅牢性に優れること
- (8) 潜像安定性に優れること

以下、それぞれの注目点について説明する。

本誌投稿論文(受理2000年1月18日)

\* 富士写真フィルム(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

### 3.1 感度，階調の相反則性の改良

アナログ露光に最適化された従来のハロゲン化銀感光材料をレーザー走査露光装置で露光した場合，得られた画像はアナログ露光の場合に比べ，最大発色濃度の低下や階調の軟調化が生じる。これは以下の理由による。レーザー走査露光装置では生産性を上げる観点から，1画素あたりの露光時間はきわめて短いものとならざるを得ず，実用装置では $10^{-4}$ 秒～ $10^{-7}$ 秒の露光に相当する時間となる。これは，アナログ露光の露光時間が100秒オーダーから1/10秒オーダーであることから見ればきわめて短い。従来のハロゲン化銀感光材料に使用しているハロゲン化銀乳剤は，アナログ露光の露光時間範囲で

性能が出るように設計されており，このような短時間露光下では感度，階調の相反則不軌が大きくなる。したがって，上記のような性能の劣化が生ずるのである。

そこで，本感材ではこの相反則特性を，従来に比べ一段と優れるように設計した乳剤を使用した。すなわち，これまでにない広い露光時間範囲で不軌の少ない安定した相反則特性を実現することで，アナログ露光が要求する低照度長時間露光域からデジタル露光が要求する高照度短時間露光域まで，安定に高品質な画像を得ることができた。Fig. 1に本感材の相反則特性を示す。従来品(Fig. 2)に比べ，大きく改良されていることがわかる。

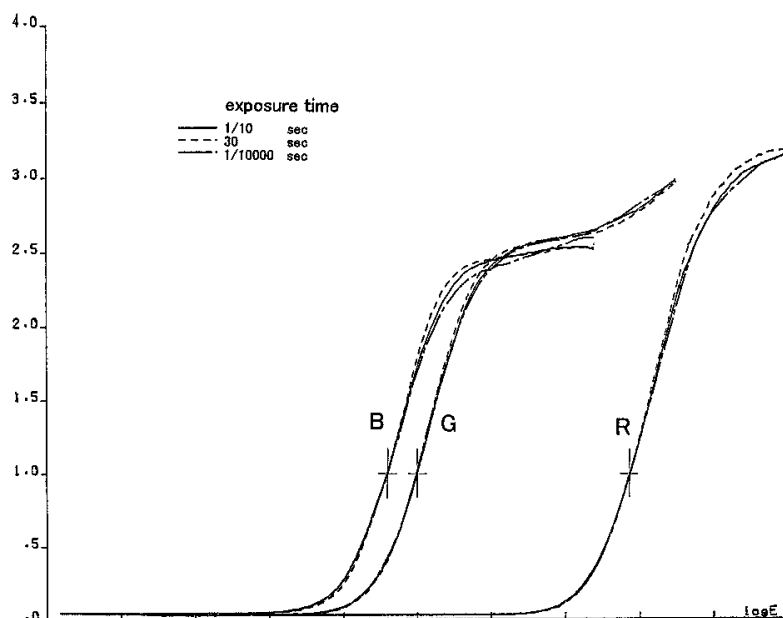


Fig. 1 Reciprocity performance of New FUJI G-COLOR FILM expressed by HD curve

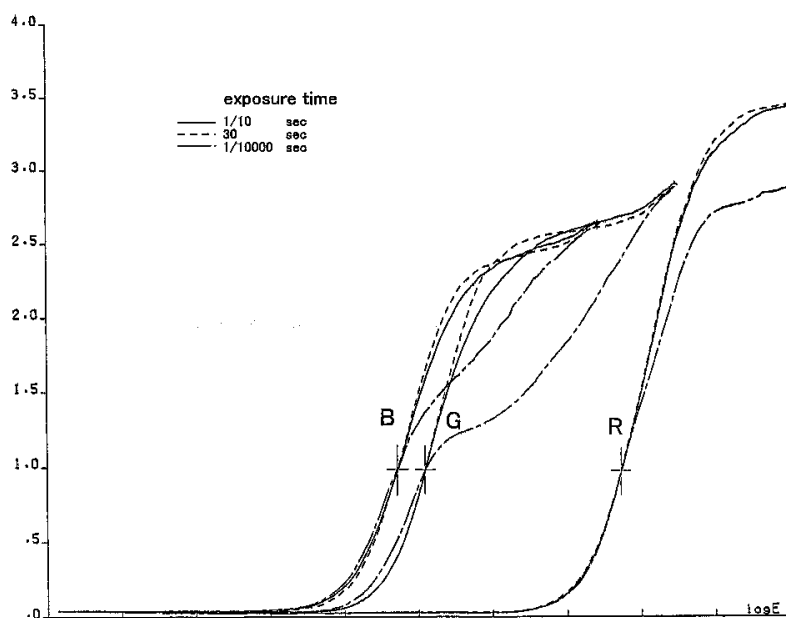


Fig. 2 Reciprocity performance of the previous type expressed by HD curve

### 3.2 整ったグレイバランスの実現

従来型のアナログ露光において、ハイライトからシャドーまでのバランスの取れた自然な調子再現性を実現することは観察感材設計の基本であり、特に背景画像としてグラディエーションを使うことが多いコマース分野で用いられる感材では重要である。この点において、本感材は従来のもものと比べ、一段と優れるように設計した。また、デジタル露光においてもハイライトおよびシャドー部の階調制御は難しいものである。それゆえ、アナログ露光で階調バランスの取れた設計にすることは、デジタル露光におけるハイライトおよびシャドー部においても階調バランスの取れた自然な仕上がりが実現できる。

### 3.3 鮮やかな色再現の実現

コマース分野で用いられるディスプレイ画像は、観察者の注意を引くためにより鮮やかな色再現が求められる。また、デジタル露光システムの画像ソースとなり得る、コンピューターを利用した画像処理がなされた画像や数値演算にて作製された画像(いわゆるCG)の表現において、鮮やかな色再現性の実現は効果的であり、重要なファクターとなる。この点も十分考慮し、従来からの当社Vカプラー導入によるマゼンタ系の色のみならず、緑、青、黄色なども忠実性が上がり、自然でより鮮やかな再現が可能ないように設計した。これにより、ディスプレイに適した彩度の高い仕上がりはもちろん、CGのなかに見られるような高彩度の画像においても、制作者の意図に沿った仕上がりを得ることができる。

### 3.4 純色のシャドーディテール再現の実現

一般的に、透過画像の純色における高濃度部は色素量差が色濃度差として観察されにくく、シャドーディテールが十分に表現されないことがある。特に、彩度の高い色再現を得るために高彩度の色材を用いた場合、この現象は顕著になる。この場合、彩度の高い色再現とシャドーディテール再現性の両立は、純色の高濃度部に補色を発色させることで解決できる。アナログ露光においては、露光時にこのような操作をすることは困難であり、感材側にこのような仕組みの導入が必要となる。他方、デジタル露光システムでは、このことを考慮し、意図的に補色を発色させる露光がなされるため、感材側での補色発色の仕組みは不要であるばかりか、場合によっては、ある濃度以上の画像中に急激に補色が入り、不自然な画像となる現象(トーンジャンプ)の原因となる。本感材では、補色発色の方法と発色量を最適化し、アナログ露光とデジタル露光の両方で最適なシャドーディテールの再現性が得られる設計とした。これにより、鮮やかな色再現性を犠牲にすることなく、アナログ露光画像における十分なシャドーディテールの再現性とデジタル露光時におけるトーンジャンプのない自然な画像

の両立ができる。Fig. 3に補色発色の有無による、赤色物のプリント画像の差を示す。後述するSTR技術による補色発色機構を導入した本感材は、シャドーディテールの再現性に優れていることがわかる。

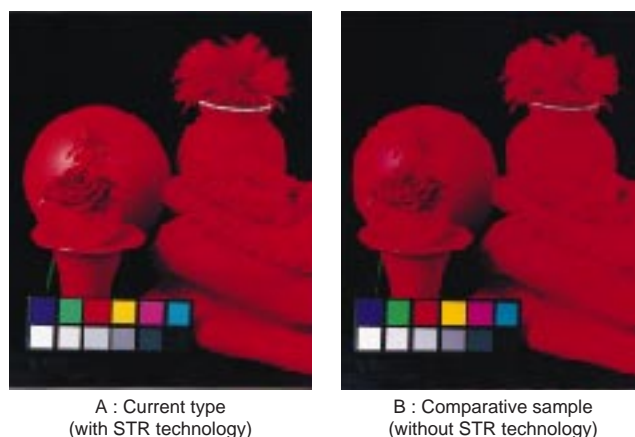


Fig. 3 Shadow area rendition in red-tone images

### 3.5 めけの良いハイライトの実現

高品質の画像を得るためには、画像中のハイライトの再現性は重要なファクターである。そこで、ハイライト階調および階調バランスを最適化するとともに、未露光部(白地)の白色度の向上を行い、ハイライトのめけを向上させた(Fig. 4)。この面でも高画質の画像が安定して得られる。

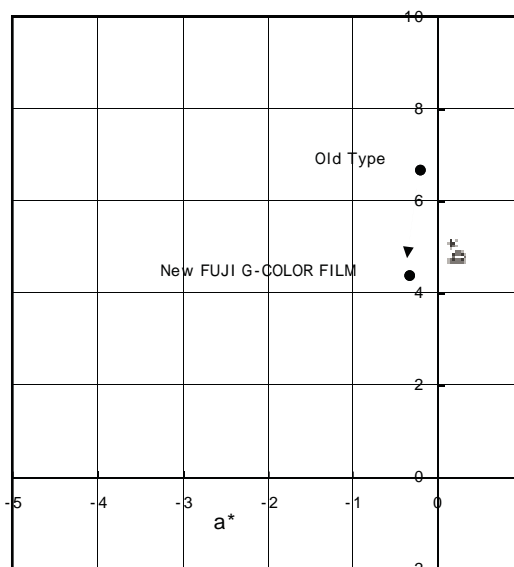


Fig. 4 Hue of unexposed area in processed films(FT type)

### 3.6 文字品質の改良

コマース分野の画像において、画像中の文字の役割は非常に大きい。したがって、文字を鮮明に表示することはきわめて重要である。これを実現するために、アナログ露光で用いられるネガ感材やインターネガ感材の色材の吸収スペクトルはもちろん、レーザー走査



露光装置の露光波長も考慮した上で、露光時のイラジェーションやハレーションを抑え、得られる画像の鮮鋭度を高くする設計とした。これにより、あらゆる露光条件下で鮮明な文字が実現できるとともに、オリジナル画像の持つ情報を余すことなく再現することができる。

### 3.7 最高レベルの画像安定性

高画質の画像を長時間提供することは、写真感材に託されたタスクの一つと考える。この面では、フジカラーペーパーで培った色像安定化技術を継承することで、世界最高レベルの色像安定性を発揮するように設計した。これにより、Fig. 5に示されるように、ディスプレイに要求される厳しい条件下での長時間の展示においても画像濃度の低下が少なく、また、白地の変化の小さい鮮やかな画像品質を保ち続けることができる。

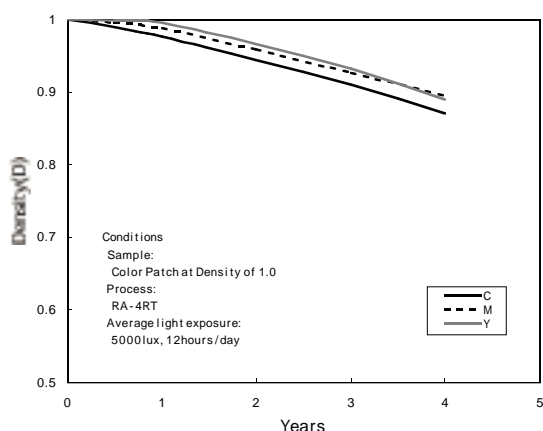


Fig. 5 Light fading characteristics of dye images

### 3.8 優れた潜像安定性

ラボにおける品質の安定性およびプリントの生産性を維持するために、前述の特徴を持たせつつ従来品と同様に優れた潜像安定性を具備させた。これにより、ラボにおいて安定に高画質な画像を生産することができる。

## 4. 本感材を実現した技術内容

以下に本感材に導入した主な技術について解説する。本感材はこれらの技術を含め、従来のカラーディスプレイ材料やカラーペーパー開発で得られた技術やノウハウを結集して開発した。

### 4.1 PCL 技術 (Photoelectron Controlling Technology for Laser Exposure)

レーザー走査露光時のようにハロゲン化銀乳剤粒子に高照度光が短時間照射された場合、粒子上に非常に高密度な光電子が発生する。従来のハロゲン化銀乳剤ではこの光電子を効率よく感光核に集めることができず、このため、従来のカラーディスプレイ材料ではデジタル露光時に高濃度が出にくいという問題があった。新しい

フジカラーディスプレイ材料では、フジカラーレーザーペーパーで培ったLPC技術 (Laser induced Photo-electron Controlling Technology: ハロゲン化銀乳剤上に高濃度に発生する光電子を精密に制御し感光核に効率よく集中させる技術)を導入することで、デジタル露光においてハイライトからシャドーまでの豊かな階調を安定に再現できるようになった。また、この技術はアナログ露光に用いられる低照度光を比較的長時間照射する露光においても、露光時間に対する感度および階調の安定化に有効である。これにより、デジタル露光とアナログ露光のいずれの露光方式においても高画質を実現できる。

### 4.2 AVC 技術 (Advanced V-Coupler Technology)

カラーペーパーの色再現性を画期的に向上させた、V-カプラー技術をさらに発展させたAVC技術 (Advanced V-Coupler Technology: カプラーの分子構造中に、発色性、色相、発色色素安定性、処理安定性を高める効果のある分子構造を組み込む技術)に基づく新V-カプラーを導入した。これにより、鮮やかな色から重厚な色まで、リアルに再現できる。

### 4.3 ハイブリッド画像安定化技術

このディスプレイ材料には、フジカラーペーパーで培ったハイブリッド画像安定化技術を導入した。このハイブリッド画像安定化技術は、V-カプラーに代表されるカプラー自身の優れた性能に加え、その性能を最高に引き出すYSS技術、VSS技術およびPPC技術で構成されている。

- (1) YSS 技術 (Yellow-coupler Super-Stabilizing Technology) イエロー色素画像の安定性に対し、従来、シアンカプラーに適用していたポリマープロテクト型カプラー分散技術を発展、応用し、さらに退色を促進させる要因を除去するYSS技術を組み込んだ。この技術により、イエロー色素の熱、湿度、および光に対するすべての堅牢性を向上させている。
- (2) VSS 技術 (V-coupler Super-Stabilizing Technology) マゼンタ色素画像の光堅牢性に対し、異なる機能を持った色画像堅牢化技術を組み合わせるVSS技術を組み込んだ。この技術により、Vカプラーから形成されるマゼンタ色素の全濃度領域にわたって、光堅牢性を飛躍的に向上させている。
- (3) PPC 技術 (Polymer-Protected Cyan-coupler Technology) 色再現性と発色性に優れ、熱、湿度および光のすべてに対して安定な新シアンカプラーを導入した。このカプラーにポリマープロテクト型カプラー分散技術を組み合わせることにより、熱、湿度および光堅牢性を、さらに向上している。

### 4.4 STR 技術 (Saturated Color Tone Reproduction)

アナログ露光とデジタル露光の両者で最適なシャドーディテール再現性を得るため、従来のカラーディスプレイ材料やカラーペーパー開発で培ったSTR技術 (Saturated Color Tone Reproduction: 高濃度域において補

---

色の発色を促す技術)を最適化して導入した。これにより、アナログ露光、デジタル露光ともに、色の鮮やかさと、繊細なシャドーディテール描写の両立を実現している。

## 5. まとめ

現在、イメージング分野は急速な発展と変革の渦中にあるといえる。この点で、本報告で述べてきた「New フジGカラーフィルム Super FA-FC/FT」は従来方式であるアナログ露光と新しい方式であるデジタル露光の両方式に高度に対応した、現在の変革期の中できわめて有用かつユーザーメリットに優れた商品であると考え。銀塩写真は、過去100年以上の歴史の上に成り立ち、

現在においても色再現性や調子再現性を含めた総合的な画像再現性で他方式の追随を許さない優れた画像再現手段である。この優れた方式をさらに高度化していくと同時に、次々に生まれる新技術に柔軟に適用させ、イメージング分野の変革に対応する独創的な商品を展開すべく、さらなる挑戦を続けていきたい。

最後に、本感材を開発する上でご指導を頂いた方々、およびご協力を頂いたすべての方々に感謝の意を表します。

(本報告中にある“フジ”、“FUJI”は富士写真フイルム(株)の商標です。)