

# 総説

## FM スクリーンによる CTP 刷版工程の安定化

### Stabilization of FM Screen Print in CTP Plate Making Process

Kazuhiko OHNISHI\*

\*FUJIFILM GRAPHIC SYSTEMS CO., LTD.

3-13, KandaNishiki-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, 101-8452 JAPAN

大西和比古\*

## 1. はじめに

本稿では、FM スクリーンの現状ある課題、それに対して取り組んでいることを紹介する。FM スクリーン印刷は特別という時代でなく、適切な機器状態と材料の組み合わせで取り組み、十分実作業として運用できる。

### 1.1 FM スクリーニング運用の背景<sup>1)</sup>

FM スクリーンは、印刷の分野で 1990 年代中頃に各ベンダーより商品化されたが、ザラツキが目立つ、製版・印刷が難しい、安定しないなどの理由であまり普及しなかった。

近年各社より新世代 FM スクリーンが商品化され、スクリーン自体の品質が上がってきている。また、CTP (Computer-To-Plate) システムの導入により小点再現精度などが向上され、容易に高品質な刷版の作成が可能となった。これに伴い、FM スクリーンによる高品位印刷も再び注目を集めている。

### 1.2 FM スクリーン印刷に対する取り組み

品質や露光工程における課題が新世代 FM スクリーンと CTP 化で軽減されたとはいえ、処理工程・印刷工程の難しさは依然大きな課題である。ここでは、FM スクリーン印刷に対する富士フイルムの取り組みについて、主に CTP 刷版工程の安定化に貢献する内容を述べる。

## 2. FM スクリーンの現状

FM スクリーンには様々な特徴がある。ここではメリットと難しいとされる課題を記す。

### メリット

- ディテールの精鋭度向上
- ロゼッタパターンを見せない
- モアレの低減
- 彩度向上とインキ量削減

### 課題

- 刷版工程での不安定さ
- RIP 演算が若干遅くなる
- 色指定する際今までの感覚と異なる
- 校正が難しい
- 印刷工程での不安定さ

以下、メリットと課題の詳細を説明する。

1994 年プロセス資材株式会社 (現富士フイルムグラフィックシステムズ株式会社) 入社。技術部においてスクリーニング、PS 版、CTP、樹脂版、フィルムの市場フォローに従事。

大西和比古

Profile



\*富士フイルムグラフィックシステムズ株式会社  
(〒101-8452 東京都千代田区神田錦町3丁目13番地竹橋安田ビル)

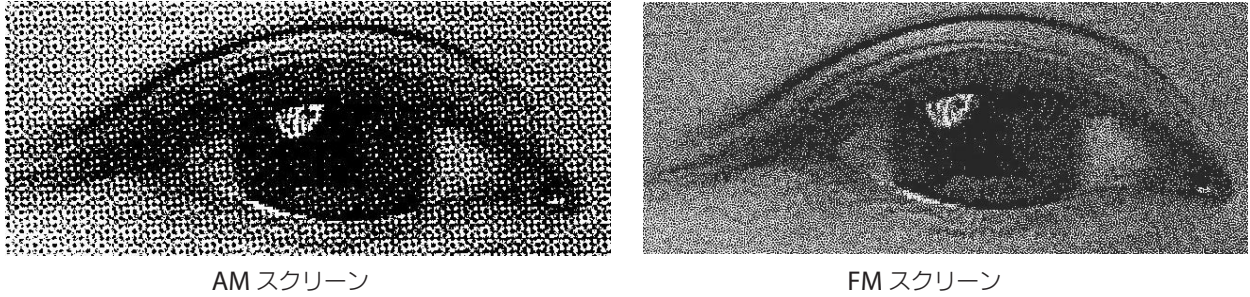


図1 各スクリーンでの印刷物拡大図

## 2.1 FM スクリーンのメリット

### 2.1.1 ティテールの精鋭度向上, モアレの低減

最も分かりやすい特徴としてティテールの精鋭度向上が挙げられる。図1にFMスクリーンのイメージ絵柄を示す。FMスクリーンを見ると、解像力の向上とロゼッタマークのないことで、一皮薄膜が取れたようにスッキリとした画像になっている。

### 2.1.2 中間階調部での彩度向上とインキ量削減

同じ紙とインキを使用しても、FMスクリーンなどの高精細印刷は、中間階調部の彩度が向上し、インキ量の削減が望める。彩度向上の理由には点密度の高い印刷物において、紙白（無彩色）が目立たなくなり光学的ドットゲインも増加するという、スクリーニング自体がもたらした効果あげられる。しかしそれだけでなく、微細な点にインキを盛ろうとした場合、そのインキ膜厚の薄くなるのが大きな要因である。図2に印刷物の拡大図とインキ膜厚のイメージを示す。

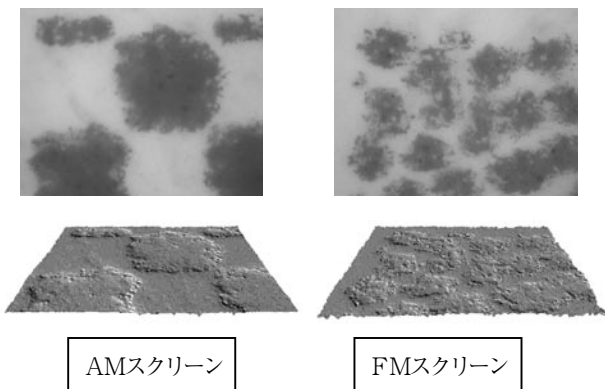


図2 各スクリーン印刷物拡大、インキ膜厚強調図

これはベタ濃度合わせして印刷したものだが、FMスクリーンの微細な点にはインキが多く盛られていない。インキへ光の透過が多くなり、にごりの少ない色が表現できることにつながる。また、インキ膜厚が薄いと、つまりベ

タ濃度が低いと、同じボリューム（網%）を表現したい場合でもインキが少なくて済むという傾向がある。これはFMスクリーンの光学的ドットゲインによるものだけでなく、純粋にインキベタ濃度と網%の関係による。図3に概念図を示す。一般的印刷物の50%相当の反射濃度0.3を表現するために必要なインキ総濃度を、インキ膜厚の厚い場合と薄い場合で表している。

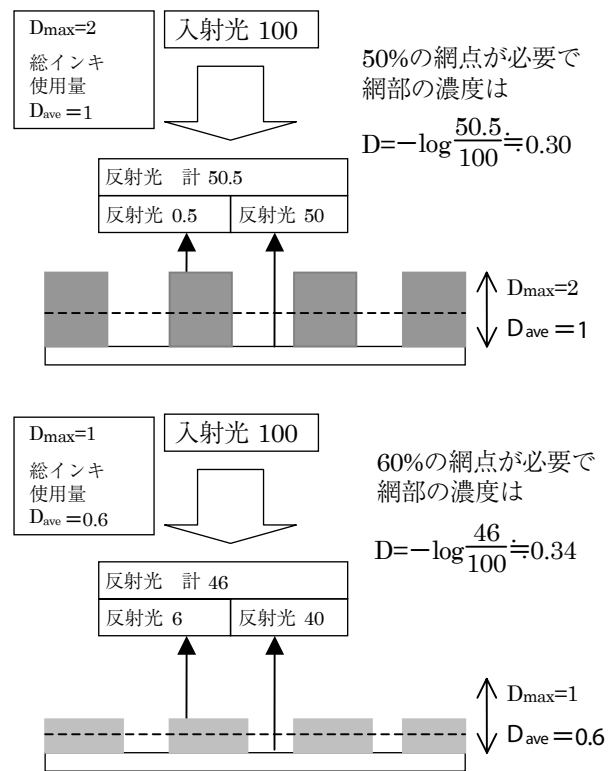


図3 インキマイルージの概念

この図よりベタ濃度の低い印刷で同じボリュームを再現したい場合、より大きな網点面積を必要とするが総インキ量は少なくて済むといえる。FMスクリーン印刷ではインキ膜厚が薄くなり、それに伴いインキマイルージもよくなる。

## 2.2 FMスクリーンの課題

従来アナログ刷版での課題といえば、焼きボケが最初に上がられる。フィルム上で完全に均一な点を再現できたとしても、刷版作成でボケが出易くなる。フィルムとPS版を密着してUV露光した場合、その開始時にPS版表面より微量のガスが発生するからである。このガスによりフィルムとPS版が完全密着できず光の回り込みが起きる。AMスクリーンなど、大きい点の集まりではほぼその影響を認識できないが、微細なFMスクリーンでは目立ち易くなる。これはCTPシステムの導入により、ほぼ完全に解決された。

### 2.2.1 CTP刷版工程

CTPになったからといって、刷版の難しさがすべて排除されたわけでない。FMスクリーンは微小な点を用いており、その小さい点は現像液活性など条件変化の影響を受け易くなる。細かいからという理由だが、厳密にいうと点が小さい為その周囲長が長くなるからということである。図4に周囲長のイメージ図を示す。粗い点より細かい点の周囲長の総和が大きくなっている。図5に版材でフリッジ部分の拡大イメージ図を示す。

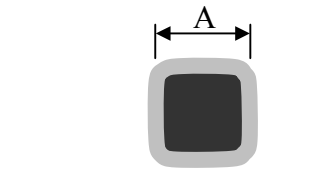
周囲の部分は完全なon/offにならず、軟調画像になっている。この軟調画像部は現像液活性により変化し易い。フリッジ部分を多く含むFMスクリーン刷版作成処理工程では、安定したシステムが必要となる。

### 2.2.2 出力用デジタルデータ

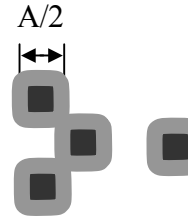
データに関しても、不安定要素はある。FMスクリーンはAMスクリーンと同じ解像度で出力されるが、演算速度や出力機へのデータダウンロードは遅くなる。不規則に並んだ点の1BITTIFFを圧縮した場合、効率が悪くなるからだ。表1にAMスクリーンとFMスクリーンの1BITTIFFファイルサイズを示す。非圧縮の場合、AMとFMのファイルサイズは同じだが、圧縮をかけるとFMでその効率が悪く、AMの4倍以上となる。通常RIPはローカルディスクにデータを書きこみながら演算を行う。このとき効率化を図り圧縮しているのが普通である。そこでAMとFMの演算スピードに差が出てしまう。

### 2.2.3 校正

FMスクリーンの浸透で、製作側はより色再現域の広いデータを用いてくる。YMCKの4色データだけでなく、RGBなどの運用も予想される。FMスクリーン印刷で色再現域が広がるが、やはりメディアに紙を用い減色法のYMCKインキで再現される印刷物なので限界が出る。よって、最初に想定した色と仕上がりがイメージが違うといったケースも増えてくるだろう。またFMスクリーン印刷



周囲長の合計 =  $A \times 4 = 4A$



従来FMスクリーンのような小さい網点の場合

周囲長の合計 =  $\frac{A}{2} \times 16 = 8A$

図4 周囲長イメージ

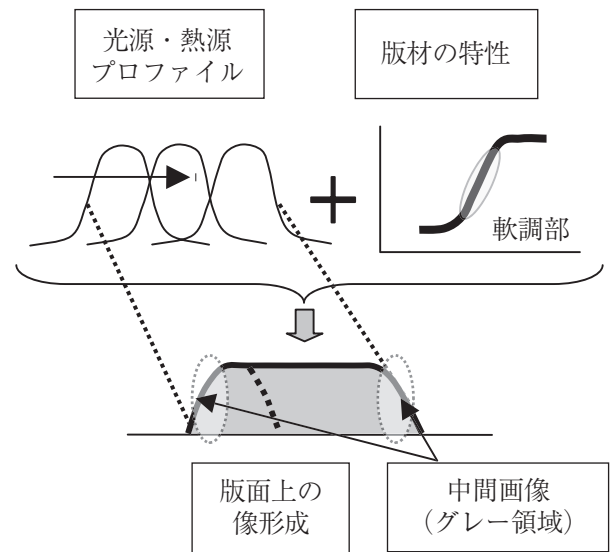


図5 フリッジ部のイメージ

表1 各スクリーンでの1BITTIFFファイルサイズ

圧縮方法	FMスクリーン	AMスクリーン
非圧縮	67.8MB	67.8MB
G4圧縮	58.2MB	12.5MB

演算用データ：A4サイズの平網50%  
 RIP：FUJI CELEBRANT V5.15  
 プロセッサ：COMPAC ML370 G3  
 CPU 2.83GB × 2

では、2.1.2 で説明したインキ膜厚が薄い為に、濁りのない色が再現される。一次色単体でも従来の AM スクリーンと違う色味になり、3 色かけ合わせではかなり目立つ差異となる。1 枚の紙へ同時に AM スクリーンと FM スクリーンを印刷し、1 次色の濃度だけ合わせた場合でも 3 色等量グレー部で  $\Delta E = 2.9$  の差があった。FM スクリーンのグレーは緑側へよった仕上がりとなる。以上を製作で認識し合意の取れる印刷物を作成するには、精度の高い DDCP と色に関するシステムが望まれる。

#### 2.2.4 印刷工程

FM スクリーンでは、決まった条件下で、ベタ濃度変化による中間階調部への影響が少ないと言われている。インキ膜厚が薄い状態で飽和してしまう為、更にベタ濃度をあげてもその小さい点へはそれ以上インキを盛れなくなるからである。これだけ考えると印刷工程では使い易い安定したスクリーンと思われる。しかし実際、インキ膜厚の薄い状態で飽和すると、厚い状態より不安定で調整が効かない。印刷条件が振れると、それに伴い仕上がりが変わる。図 6 に湿し水の量を変化させ、ベタ濃度変化 100 に対する階調部のうけた影響を示す。

印刷条件が振れると FM スクリーンの方が中間からシャドウの階調部で影響を受け易い結果となった。FM スクリーンの安定化には、印刷条件の安定化が重要である。

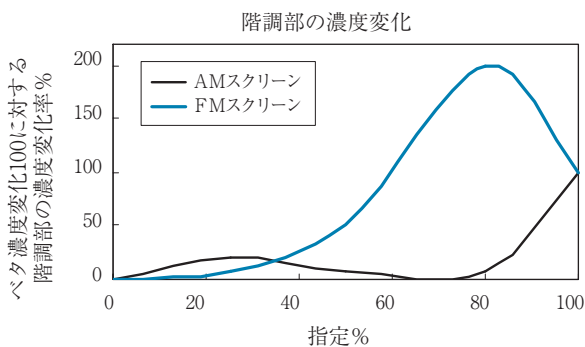


図 6 印刷条件変化による、印刷物濃度変化

### 3. CTP 刷版工程の安定化への取り組み

課題や印刷品質に及ぼす FM スクリーンの影響因子を説明したが、これらをクリアにし、安定な印刷を実現するために富士フィルムが取り組んでいる事を挙げる

- 刷版工程の安定化
- 新世代 FM スクリーンの開発
- 出力用デジタルデータの効率化
- 入力データの最適画像再現

- 適切なプルーフ出力
- その他

以下それぞれの詳細を説明する。

#### 3.1 刷版工程

刷版工程で点の版上再現を安定させるため、セッターの定期的なメンテナンスを行うことは重要である。また刷版処理工程での影響をなるべく少なくしたい。ここでは現像工程の安定化について述べる。

##### 3.1.1 版上網 % 測定

まず、微細な点がいつも安定して出力されているかを判断する為には、網 % 測定器が必要である。反射濃度計ではマーレーデビス式による濃度からの網 % 換算だけでなく、ユール・ニールセンの N ファクター調整をする。これは次の式を満たしたものである。

$$D_1 = \log \frac{1}{1-A \left( \frac{1}{\text{antilog} D_2} \right)} \quad (\text{式1})$$

$$A = \frac{1-10^{-D_1}}{1-10^{-D_2}} \quad (\text{式2})$$

$$D_1 = n \log \frac{1}{1-A' \left( \frac{1}{\text{antilog} \frac{D_2}{n}} \right)} \quad (\text{式3})^{2) 3)}$$

$$A' = \frac{1-10^{-D_1/n}}{1-10^{-D_2/n}} \quad (\text{式4})$$

$D_1$ : 網点部の相対反射濃度

$D_2$ : インキベタ相対反射濃度

$A$ : 網点面積率

$A'$ : フリンジ補正と光学ドットゲインを考慮した網点面積率

$n$ : ユール・ニールセンの N ファクター

N ファクターは版材の種類やスクリーン線数によって変える。AM スクリーンのスクエアドット 50% 部は目視で判断し易く、この N ファクター調整で反射濃度計の測定値は目視判断と合意のとれた数値再現可能となる。FM スクリーンの場合、形も配列も規則的でなく、目視判断がほぼ出来ない。よって反射濃度計の N ファクター調整が困難となる。目視判断に替わるものでは、高価な画像解析装置になる。結局は AM175 線と同じ N ファクターを使うのが一般的だ。近年注目されているのが、ハンディータタイプの CCD 方式 PS 版網点測定器である。図 7 に版上各測定器の測定結果を示す。

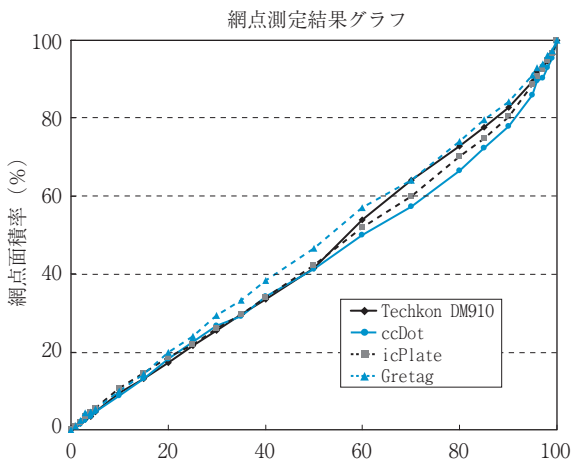


図7 各網%測定器によるFMスクリーン測定

反射濃度計と CCD 方式では中間部で5%ほど差がある。また CCD 方式同士でも機種により、主にシャドウ部に差異がでる。繰り返し再現性は、どの機種も±1%以内に入っている。これより市販の網%測定器でどの機種が絶対的に正しく共通の測定値として扱えるかに答えを出すのは難しい。ただし1事業所内で管理用に使用し、機種を固定するのであればどれを選んでも有効である。このとき網%測定器のPS版上再現測定結果と、濃度計の印刷物濃度測定結果が共に滑らかなカーブを描いていることが望ましい。版上の網%カーブについてだが、まず通常のAMスクリーンと1次色のポリウムを合わせる位が適当だろう。今まで中間50%部分が-5%の再現だったとすると、FMスクリーンでは-12%程になる。またシャドウ75%部では、-15%と極端に点減りさせたカーブが一般的となっている。

### 3.1.2 現像液管理

ここから現像工程について述べる。図8は現像活性を変化させたときの、AMスクリーンとFMスクリーン50%部版上再現である。FMスクリーンの挙動はAMスクリーンのそれより2倍大きい。現像活性の管理は従来よりもシビアに行わねばならない。現像液は強アルカリ性で、疲労とそれを復活させる補充によってバランスを保っている。現像液の疲労とは、水酸イオン濃度低下で現像性が落ちることである。原因は2つ考えられる。1つはPS版を現像することによる、感光物の酸と現像液のアルカリの中和反応。もう1つは、空気中の炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)と現像液のアルカリの中和反応。両者とも水酸イオン(OH<sup>-</sup>)を消費する。

現像液感度を一定に保つには、現像液中の水酸イオン

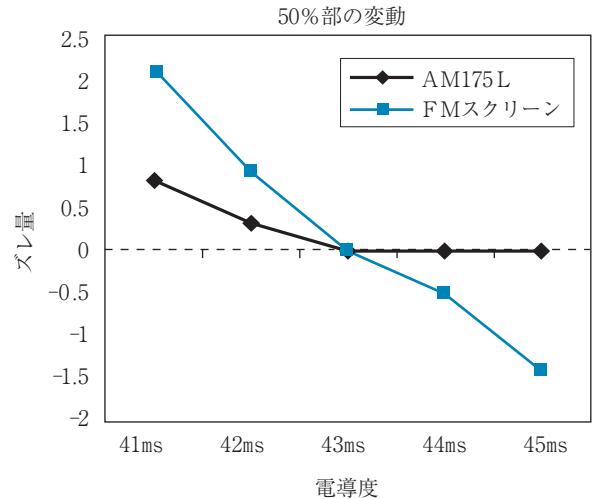


図8 現像液活性変化による各スクリーンの網%

(OH<sup>-</sup>)濃度を一定にすることが理想だ。これにはpH値を管理すれば良いのだが、実際には次の理由で難しい。それは、測定する現像液のpH値が13以上であり、また不純物も多く、測定用電極の寿命が短くなるということである。そこで富士フィルムの自動現像機は、水酸イオン(OH<sup>-</sup>)と相関関係のある電導度値を採用した。

$$\text{電導度 } S = \frac{1}{\rho} \quad (\text{式5})^4$$

$\rho$  : 抵抗率

電導度値の現像疲労に対する変化はpH値のそれよりも大きく、検出感度が高くなる。しかし、水酸イオン(OH<sup>-</sup>)濃度が一定での状態でも、炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)とアルカリの中和反応で生成される塩濃度などによって電導度は変る。



よって 現像液が新液の場合と疲労した場合で、適正電導度値は違う。さらには疲労もバインダーによるものと炭酸ガスによるもので、適正電導度値が異なる。以上より3つの適正電導度値が存在し、その合成適正電導度値を算出する必要が出てくる。富士フィルムのCTP自動現像機LP-1310H IIとLP-940H IIには、その時々状態にあった合成適正電導度値を自動的に選択できる機能を搭載してある。現像タンク内の炭酸ガス疲労液とバインダー疲労液の分率を正確に管理し、その値から適正電導度値を算出する。

CTPオペレーターの管理作業としては、現像液感度を機械に任せエラーがないかをチェックすればよい。また、その他の変動要因を制御する為定期的にPS版上の網%を測ることも重要である。

### 3.2 富士フィルム FM スクリーニング「TAFFETA」

先述の通り網点画像のフリッジ部分が最も不安定である。ベンダー各社はフリッジ軟調部をCTPセッターで光学的に少なくするなど工夫しているが、やはり作成する網点はなるべくフリッジが少ない、つまり周囲長の短いほうが良い。この理論に基づく合理的アプローチによって設計したのが富士フィルム FM スクリーニング「TAFFETA」である。

「TAFFETA」はいわゆる新世代 FM スクリーニングで、ライト部とシャドウ部は  $20\mu\text{m}$  の点のみで階調を表現している。中間部分は点と点がくっつきある程度大きな網点となる。その形に規則性はないが AM のように網が成長し、このときの階調変化を  $20\mu\text{m}$  より小さい単位で行っている。ここで最適なバランスに網点パターンをコントロールする技術、網点パターン最適化アルゴリズムを使っている。小点は  $20\mu\text{m}$  以上を保証し、中間部で点と点の接続領域は一定以上の太さにしている。つまり点の接続部は角同士でなく辺と辺になる。また印刷後の網形状とデジタル網点の差が少ないよう、なるべく滑らかな形にした。

この結果周囲長の合計が、AM175 線より大きいのは確かだが、従来 FM スクリーンよりかなり小さく出来た。図 9 にその比較を示す。

更に、視覚特性シミュレーションにより、ザラツキ最適化も行っている。ザラツキ最適化のイメージ図 10 と、従来 FM スクリーンよりザラツキが少なくなった結果図 11 を示す。

「TAFFETA」は周囲長が従来 FM より少なく刷版工程で比較的安定できるスクリーンといえる。滑らかでザラツキも少なく印刷工程での安定化にも寄与できる。

「TAFFETA」には  $20\mu\text{m}$ 、 $25\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$  と 3 つのラインアップがある。本来  $30\mu\text{m}$  FM スクリーンといえば  $30\mu\text{m}$  ドットの集まりで網点を形成するものだが、この新世代 FM スクリーンでは全ラインアップ最小点は  $20\mu\text{m}$  である。 $20\mu\text{m}$  のドットは AM175 線の 1% と同等か若干大きい。そして中間階調部の網密度に各ラインアップ差を持たせている。「TAFFETA」の  $25\mu\text{m}$  や  $30\mu\text{m}$  では、中間部の点密度が低くなり網のサイズは大きくなる。「TAFFETA20」はメリハリとインパクトを徹底的に追求する絵柄に使用する。性能はディテール再現とジャギの少なさで最も優れる。「TAFFETA25/30」はロングラン印刷時のパイリングや耐刷の面で使い易くなる。その他、AM の高精細スクリーンとして「Co-Re SCREENING」もラインアップしている。高精細と刷りやすさを兼ね備えた網点である。それぞれ、印刷の内容、印刷機器の状態に合

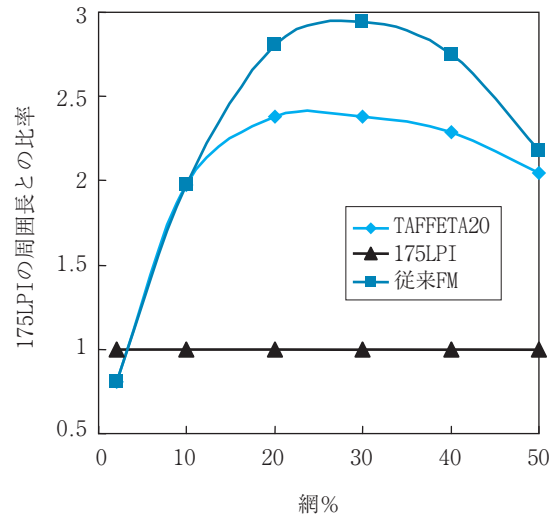


図 9 各スクリーンの周囲長比較

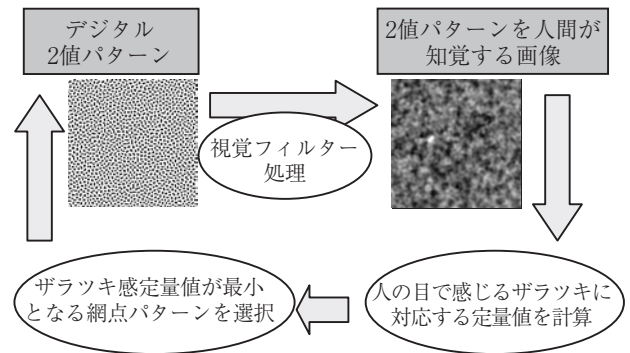


図 10 ザラツキ最適化イメージ

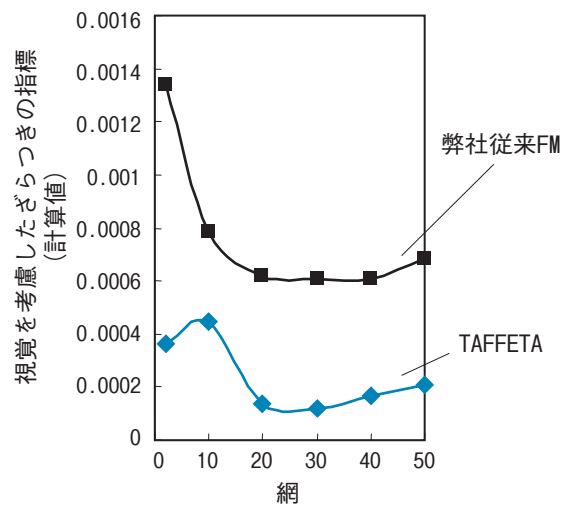


図 11 TAFFETA のザラツキ指標

わせて使い分けるのが有効と思われる。

表2 各圧縮方法による1BITTIFF ファイルサイズ

圧縮方法	FM スクリーン	AM スクリーン
非圧縮	67.8MB	67.8MB
G4 圧縮	58.2MB	12.5MB
LZW 圧縮	19.4MB	2.1MB
Packbits 圧縮	68.3MB	68.3MB

演算用データ：A4 サイズの平網 50%

RIP：FUJI CELEBRANT V5.15

プロセッサ：COMPAC ML370 G3

CPU 2.83GB × 2

### 3.3 デジタルデータ

#### 3.3.1 出力用デジタルデータ

FM スクリーンの課題として、データの圧縮効率を上げた。FM のようなランダム配置の網点では圧縮効率が悪くなる。ここで、どの圧縮方法がよいか検証してみた。表2 に AM/FM スクリーンの各圧縮方法によるファイルサイズを載せる。どの圧縮方法でも、FM スクリーンのファイルサイズは AM スクリーンのそれより大きくなっている。その中で LZW 圧縮が最も効率よい結果となった。非圧縮時に比較し、3分の1以下になっている。これはシミュレートしたもので、すべての仕事に当てはまるとはいえないが、それぞれの仕事にあう方法で圧縮方法を選ぶと良い。

#### 3.3.2 入力データ

次に色についてである。FM スクリーン印刷への多大な期待から、印刷の再現領域を超えたデータが流通するであろう。これへの取り組みとして、富士フイルムに「Image Intelligence」のカラーフィッティング技術がある。一般的なカラーマネージメント技術では不可能な、出力メディアの色再現域差を感じさせない最適画像再現を目指している。画像圧縮技術のノウハウを活用し、色再現域の異なるメディアここでは印刷で表現する際に印象一致変換を行う。図12 に印象一致変換のイメージを示す。

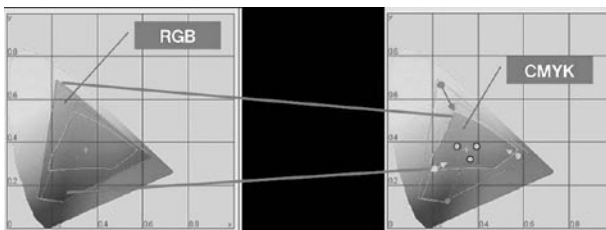


図12 印象一致変換イメージ

この印象一致変換により、トーンジャンプが出ず最初に想定した色と近い、自然な FM スクリーン印刷の仕上がりとなる。

#### 3.4 プルーフ出力

刷版工程が安定すると、校正の役割が重要になってくる。コストやスピード、安定性を考えると DDCP での出力に期待される。DDCP に求められる目的として、文字レイアウト確認など CTP 検版用途、滑らかな画質で 1,2,3 次色の再現やモアレの確認など外校用途が挙げられる。特に外校用途だが、ハイエンド DDCP で FM スクリーンを出力できるものもある。FM スクリーン印刷物の仕上がりに近づける為ハード的に発色を調整したりソフト的に濃度可変を行ったりと工夫がされている。

また最近注目されているのがインキジェットプルーフである。7色ほどで印字されるインキジェットプルーフはもともと色再現域が広い。図13 にインキジェットプルーフの再現域を示す。インキジェットプルーフの再現域は印刷物のそれより広いので、外校用途の色調確認として使える。更にはモアレの確認も求められてくる。各ベンダーでも擬似網出力を可能にしたインキジェットプルーフシステムを提供してきている。富士フイルムグラフィックシステムズの取り組みとして、プリモジェットというシステムを用意した。これは CTP 出力用の 1BITTIFF をディスクリーニングしカラーマッピングしてインキジェットに出力するシステムである。ディスクリーニングの際には完全に網点の形を損なわず、擬似網点としてモアレが確認できるようになっている。

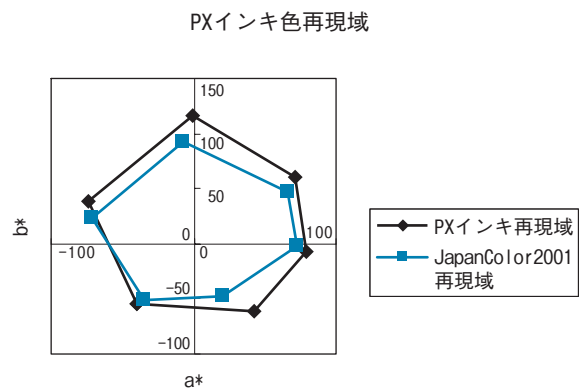


図13 インキジェット出力の色再現域

### 3.5 その他工程への取り組み

その他工程にも取り組みを行っている。印刷条件を安定させる為に不可欠な湿し水や、入力から印刷まで一貫した色基準作りとその運用に関するコンサルティング業務などである。これらを活用すると、安定化から環境対策、標準化がスムーズに行える。

## 4. まとめ、今後の展開

今回は主に刷版工程の安定化について述べた。各社より最新の機器・材料が商品化され、FM スクリーンの安定化がし易くなった。FM スクリーンを運用するには、適切な機器と材料を選び、特別なことでなく基本的な管理をすることが重要だ。FM スクリーンに限らず、通常の AM スクリーンにも有効なことである。また、メーカーの様々なツールを利用することも便利だ。その上で、印刷会社が使い方や環境対策などで独自性を付加していくと、メーカーが想像もできない効果生まれるだろう。

今後ますます FM スクリーンなどの高精細印刷の広がりが見込まれる。水無し平版やこれから登場する無処理プレートなどにも使われていく。ワークフローと合わせ、更に使い易くすることを目指している。その時々にあった安定化への取り組みが必要になってくる。

### 参考文献

- 1) 南部 秀一：“冬期セミナー” 日本印刷学会 (2005)。
- 2) 鎌田彌壽治：『製版印刷技術総論上』共立出版 (1960) p.54。
- 3) 村上 均：印刷雑誌 (1998)。
- 4) 白井 俊明：“理化学大辞典” 岩崎学術出版 (1967)。