

F-DI規格 —F-DIサービスにおける画像データ流通の仕組み—

中島 延淑* , 山田 光一* , 大塚 秀一* , 加藤 久豊*

F-DI Standards

- Foundation for Handling of Image Data on F-DI Service -

Nobuyoshi NAKAJIMA*, Koichi YAMADA*, Shuichi OHTSUKA*
and Hisatoyo KATO*

Abstract

Recently, owing to the progress in digital imaging technology and fast spread of PC, foundation for handling of image data at home is being laid, which will result in expansion of world of digital photography in the 21st century. Preparing for the future of digital photographic age, a technical infrastructure which realizes smooth exchange of high quality image data between photo-finishers (Labs) and home PCs is newly built, and "F-DI service" on the technical infrastructure for general amateur users has begun in September, 1997, as the first step. The F-DI standards described in this paper are the base of the technical infrastructure and determine the direction of recording media, directory structure, image file format and the principle for image quality guarantee.

1. はじめに

1.1 写真のデジタル化

Windows95の発売に伴う爆発的なパソコンブームはやや落ち着いたものの、今後もパソコン市場はより一層の成長が見込まれている。これに伴ない、パソコンへの写真取り込み・加工・出力といった画像を利活用する人や、インターネットで画像を楽しむ人の数は、ますます増大すると予測されている。一方、すっかり市民権を得た感のあるデジタルカメラも、各メーカーによるさらなる画質満足度・価格満足度の向上と写真プリントサービスの展開が期待されている。

このようにパソコン/デジタルカメラユーザーは確実に増加していくことが予想されるが、ユーザーが目的とする画像を高い画質を保ちつつ、パソコンに取り込んだり、加工してプリントを作成するにはまだまだ高価な機材や専門的な知識を要し、一般の家庭で手軽に実現できるレベルには至っていないのが現状である。このような現状を踏まえて、富士写真フィルムは、高速デジタルイ

ング・高速レーザープリント・画像ファイル・カラーマネージメントなどの独自の基本技術をベースとし、画像に関して豊富な知識・経験・機材を有する写真店や現像所(ラボ)と、家庭のパソコン/デジタルカメラとの間で高画質な画像データのスムーズなやりとりを目的とした技術インフラの整備を強力に推進している。1997年9月より開始したF-DIサービスは、この技術インフラを活用した新しいタイプのデジタル写真サービスの一つである。

1.2 F-DIサービス概要

F-DIサービスは、メディアサービス、デジタルカメラプリントサービス、ネットサービスの3種類に分類される。

メディアサービスには、撮影・現像済みの銀塩フィルムの画像を専用CD-Rに書き込むCD-R書き込みサービス、専用CD-Rに記録した画像データからフロンティアにより高画質銀塩プリントを作成するCD-R焼き増しプリントサービス、パソコンで加工した画像データを記録したフロッピーディスクまたはZIPディスクからフロンティアによる高画質銀塩プリントを作成するメディアプリントサービスの3つがある。これらは、写真のパソコンへの取り込みやデジタル画像の高画質プリントを手軽にすることをねらった最も基本的なサービスである。

デジタルカメラプリントサービスは、デジタルカメラで撮影・記録された画像データからフロンティアを用いて高画質銀塩プリントを作成するものである。す

本誌投稿論文(受理1998年1月21日)

*富士写真フィルム(株) 宮台技術開発センター
〒258-8538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798

*Miyanodai Technology Development Center
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Kaisei-machi, Ashigarakami-gun, Kanagawa 258-8538,
Japan

なわち、デジタルカメラユーザーを対象に、“同時プリント感覚”で高画質銀塩プリントを提供するものである。

ネットサービスには、同時プリントなどの受付時に登録した画像をインターネット経由で閲覧できるネット登録サービスと、登録画像のプリントやパソコンで加工した画像データのプリントをインターネット経由で注文できるネットオーダープリントサービスがある。

1.3 F-DI規格のねらい

デジタル時代における写真サービスでは、画像が「ファイル」という目に見えない形で流通することになる。インターネット経由で画像を入手することや各種のデジタルサービスを受けることが身近なものとなり、家庭で扱える画像データの種類と数は格段に増大する。それだけに、画像データのファイル構造や画像品質が異なると、思い通りに画像をハンドリングできなかつたり、時には混乱さえ生じる可能性がある。

F-DI規格は上記の混乱を防ぎ、デジタル時代における写真サービスを誰もが楽しめることをねらって、媒体(メディア)、ディレクトリ構造、ファイルフォーマット、画質保証の考え方を規定することにある。F-DI規格は、基本的にF-DIサービスのすべてに共通のものであるが、ここではメディアサービスを中心に解説する。

2. F-DI規格

2.1 メディア

F-DIサービスで流通するメディアは、その流れからラボOUTメディアとラボINメディアの2種類が存在する。ラボOUTメディアは、富士写真フィルムの画像技術を駆使して絵作りを行った高画質画像データが記録されたメディアであり、ラボINメディアは、プリント用の画像データやプリント注文内容が記録されたメディアである。F-DI規格は基本的にメディアを規定しない。すなわち、メディア技術の進歩やニーズの変化に応じて新規メディアを採用する考え方である。現時点のF-DI規格では、ラボOUTメディアにCD-Rディスクを、ラボINメディアにCD-Rディスク、3.5インチ1.44MBフロッピーディスク、ZIPディスクを定義している。

2.2 ディレクトリ構造

F-DIメディアはFig. 1に示す構造を有する。ルートディレクトリの下には画像データを格納する“IMAGES”，F-DI対応のアプリケーションを格納する“APPL”，アプリケーションが扱うテンプレートを格納する“TEMPLATE”，F-DIプリント注文情報を格納する“ORDER”の4つのサブディレクトリが必要に応じて作成される。ラボOUTメディアであるCD-Rディスクのボリュームラベルは、各CD-Rディスクに固有の12桁の数字が割り振られ、同時にCD-Rディスク上に視認できるように印刷される。一方、ユーザーが作成するラボINメディアにはボリュームラベルの規定はない。

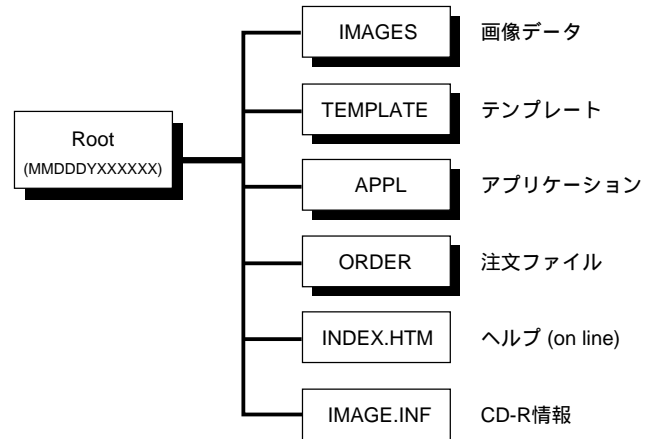


Fig. 1 Directory structure of F-DI media

2.3 ファイル構造(ファイルフォーマット)

2.3.1 画像ファイル

F-DI規格で定義される画像ファイルには、CD-R書き込みサービスに用いられる画像ファイルと、メディアプリントサービスに用いられるプリント用画像ファイルの2種類がある。いずれの画像ファイルもFlashPixフォーマットを採用している。FlashPixは、エンタープライズを対象にしたPC環境およびネットワーク環境で、高解像度画像を簡単かつ軽快にハンドリングすることを目的としたまったく新しい画像ファイルである。Eastman Kodak Co.、Live Picture, Inc.、Microsoft Corp.、Hewlett-Packard Co.の4社が中心となって1996年9月に規格を制定し、現在は富士写真フィルム(株)、キャノン(株)、Adobe Systems, Inc.、Intel Corp.、International Business Machines Corp. (IBM)を加えて、業界標準化とその普及が図られている。従来の画像ファイルとの互性はないが、次世代の画像ファイルの標準になると期待されるものである。その基本構造と特徴の詳細は3章で説明する。ここでは、画像ファイルの命名規則と解像度について述べる。

(1) 命名規則

CD-R書き込みサービスの場合、その画像ファイルのファイル名には以下に示す命名規則が適用される。ファイル名は「プリフィックス8文字+サフィックス3文字(“FPX”）」により構成され、プリフィックス8文字の内訳は

(先頭2文字): デジタイズした日の西暦年号下2桁を10進2桁で表記

(次の1文字): デジタイズした日の月を16進数で表記

(次の2文字): デジタイズした日の日を10進2桁で表記

(次の3文字): CD-Rディスクに記録された画像ファイルの追い番(10進)

である。この結果、あるユーザーが所有する画像データに関して、ファイル名のユニーク性が達成される。加えて、ファイル名にラボでデジタイズした日が反映されているため、ファイル名から画像ファイルの絞り込みが容

易になることも期待される。

一方、メディアプリントサービスのユーザーが作成する画像ファイルには、ファイル名に関する特別な制限は設けない。

(2) 解像度 (画素数)

CD-R書き込みサービスの場合、その画像ファイルの解像度 (画素数) に原則として規定はない。1997年9月に開始した時点で定義されている解像度はTable 1に示すとおりである。3.3で後述するように、FlashPixファイルは複数解像度の画像を内包している。ここで言う解像度は最大解像度の画素数である。

一方、メディアプリントサービスでラボIN用メディアに記録される画像ファイルの解像度も原則として規定はない。1997年9月に開始した時点で定義されている解像度はTable 2に示すとおりである。画像出力機の位置精度の関係から、プリント保証範囲も定義している。

Table 1 Resolution of F-DI Image File (Lab-OUT)

入力ソースの種類	最大解像度の画素数		備 考
	横	縦	
APS(H, C, P)	1890	1074	プリントサイズに依存しない
135-H	1890	1074	
135-F(L)	1524	1074	
135-P(パノラマ)	1890	672	プリント用画素数(1074×3024)を62.5%に縮小する。

Table 2 Resolution of F-DI Image File (Lab-IN)

プリントサイズ (単位mm)	画素数		プリント保証範囲	
	幅	送り	幅	送り
はがきサイズ(102×146)	1228	1748	1098	1666
HVサイズ(89×158)	1074	1890	1028	1842
LVサイズ(89×127)	1074	1524	1028	1476
PAサイズ(89×254)	1074	3024	1028	2976
A5版(210×148)	2504	1772	2456	1724
A4版(210×297)	2504	3532	2456	3484

2.3.2 注文ファイル

注文ファイルは、Microsoft社の開発したOLE (Object Link and Embedding) の構造化記憶を使って、ラボでのプリント注文に関する情報を格納する。その構造は、Fig. 2に示すように注文ファイルのバージョン管理用の情報を格納する“Version” streamと、発注者に関する情報を記述する“Customer” stream、およびプリント注文内容に関する情報を記述する“Order” storageより構成される。注文ファイルは従来の注文袋を電子化した「電子注文袋」に相当するものであり、紙では記述しにくい複雑な注文 (例：トリミング指定) を可能にしたり、ラ

ボの工程合理化による低価格サービスを可能にするなどの効果が期待できる。

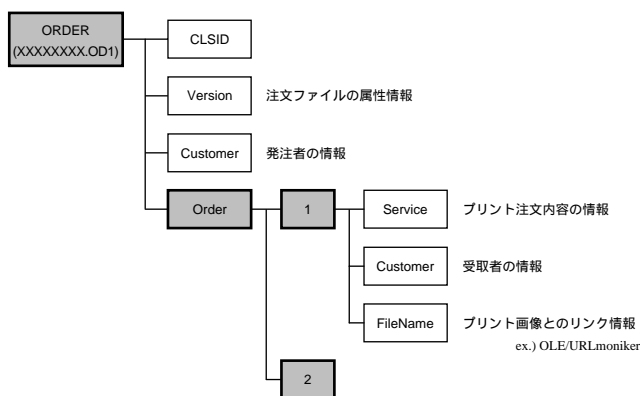


Fig. 2 Structure of print order file

2.4 画像設計と画質保証の考え方

F-DIサービスでは、画像データがラボと家庭のパソコンとの間で還流するため、ラボから家庭に提供された画像はCRTモニターで表示したり、家庭のホームプリンタで出力されることもある。逆に、F-DIサービス以外の手段で得られた画像データがラボでプリントされることもある。このようなオープンな系で高画質性能を実現するために、F-DI規格開発では、

F-DIサービスで提供した画像データは、特別な処理をすることなく、CRTモニター上に好ましい画像品質で表示されること

F-DIサービスで提供した画像データは、特殊な画像加工をしない限り、同時プリントと同等のプリント画質を提供できること

をポイントに、画像設計および画像品質保証の考え方を構築した。その詳細は4章で説明する。

3. FlashPix画像ファイル

3.1 概要

F-DI規格の画像ファイルとして採用したFlashPixは、Resolution Independent座標系、階層構造、タイル構造、Structured Storage構造、色空間の定義、Viewing Transform関数の定義の6つの特長を持ち、エンタリーユーザーを対象にしたPC環境およびネットワーク環境で、高解像度画像を簡単、かつ軽快なハンドリングを実現している。これら6つの特長について以下に説明する。

3.2 Resolution Independent座標系

FlashPixファイルには、解像度または画素を意識することなく画像のハンドリングを可能にするために、Fig. 3に示す座標系が導入されている。この座標系では原点を画像の右上にして、横軸右方向に向かってX座標を、縦軸下方向に向かってY軸を採用する。また、画像の高さで正規化し、画像の幅はアスペクト比 (幅/高さ) で表現する。



Fig. 3 Resolution independent coordinates

3.3 階層構造

FlashPixファイルは、その中に複数の異なる解像度の画像データを入れておくことができる。これを階層構造、またはピラミッド構造と呼ぶ。Fig. 4に示すように、最大解像度の画像を縦R (pixel)、横C (pixel) とすると、2番目に大きな解像度の画像は縦がR/2 (pixel) で横がC/2 (pixel) となる。3番目以降も同様である。この構造により、出力デバイスの解像度に合せて出力する解像度を最適に変えることができる。たとえば、CRTディスプレイ表示には低解像度の画像を用い、これをプリンタに出力する際には高解像度の画像を使用することが可能となる。また、顧客は自分が今、どの解像度の画像を扱っているかをまったく意識する必要はない。

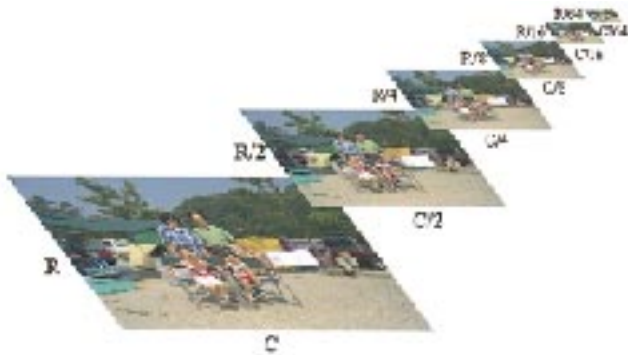


Fig. 4 Multi-resolution hierarchy

3.4 タイル構造

FlashPixファイルは、すべての解像度の画像においてタイル構造を採用している。タイル構造とは、Fig. 5に示すように、画像データを64×64画素の小領域(タイル)に分割し、それぞれのタイルに対して独立にアクセスできる機能を持ったものである。タイル構造を採用することで、トリミング処理などで発生する画像の拡大縮小が容易、かつ高速に実行できる。たとえば、画像中央部分を2倍に拡大する場合には、一つ上の解像度の画像の必要最低限のタイルのみをアクセスすれば十分であり、低能力のCPUでも快適に編集作業が可能となる。

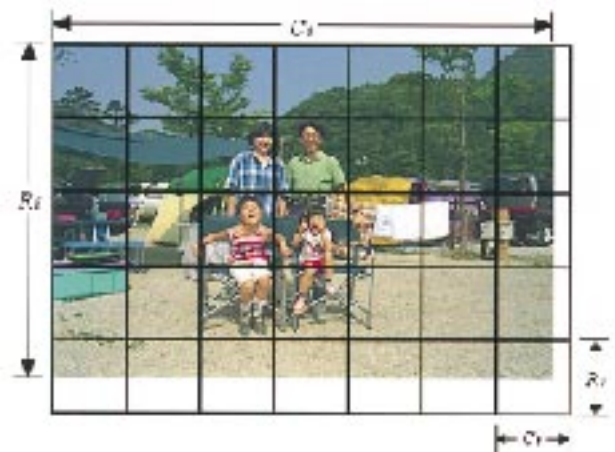


Fig. 5 Structure of tiled image

3.5 Structured Storage構造

FlashPixファイルは、Microsoft社の開発したOLE (Object Link and Embedding) の構造化記憶を使って、「ファイルの中のファイルシステム」を構築している。通常のファイルシステムでは、ディレクトリに相当する“Storage”とディレクトリ内に置かれるファイルに相当する“Stream”で構成される。FlashPixファイル (FlashPix image view object) の基本構造をFig. 6に示す。

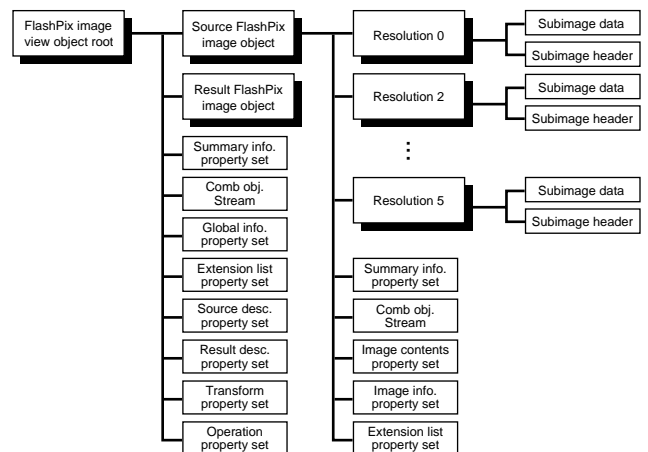


Fig. 6 Structure of FlashPix image file

Root Storage直下の“source FlashPix image object”が原画像情報を格納するStorageであり、各解像度ごとの画像データは、さらにその下の“Resolution i” Storageに前述のタイル構造で格納されている。画像データに関する各種の付帯情報は、以下に示すProperty setと呼ばれる“Stream”に格納される。

- (1) Summary Information property set
タイトルやサムネイル画像などの基本的な画像ファイルの属性を記述する。
- (2) Source description property set
原画像ごとに決まる固有IDやタイトルなどの「原画像

データ」の属性を記述する。

(3) Transform property set

原画像 (source FlashPix image object) に施す画像加工関数の情報を記述する。画像加工関数に関しては3.7を参照。

(4) Result description property set

画像加工関数で処理された結果の画像データに関する固有IDや、タイトルなどの「結果画像データ」の属性を記述する。

(5) Operation property set

画像加工関数を実行するソフトウェアに関する情報を記述する。

(6) Global information property set

画像加工の有無などのFlashPix image object全体に関する情報を記述する。

(7) Image contents property set

画素数・圧縮・色空間などの原画像スペックに関する情報を記述する。

(8) Image information property set

フィルム・カメラ・スキャナーなどの原画像生成過程に関する情報を記述する。

(9) Extension list property set

たとえば、APSのIX情報やデジタルカメラが有する情報などを記述するproperty setを独自に設定する場合、その拡張property setに関する情報を記述する。

3.6 色空間の定義

FlashPixは、PhotoYCCとs-RGBという2つの色空間を採用している。Table 3に両者の観察条件の定義を示す。PhotoYCCは典型的な屋外シーンの条件であり、画像データはシーンの物理量を表現するものである。一方、s-RGBは典型的なCRTやプリントを屋内で観察する条件である。この場合の画像データは、シーンとは異なる観察条件で、かつ色再現域に制約のある媒体へ色変換する工程が含まれるため、「絵作り」と言われる画像処理が施されたものとなる。FlashPix対応のアプリケーションは、s-RGBで定義された画像データは無変換で、PhotoYCCで定義された画像データは典型的な「絵作り」画像処理でs-RGBへ変換した後、CRTモニタに表示することが求められる。

この規格により、FlashPixファイルをFlashPix対応アプリケーションで扱えば、CRTモニタ上に常に好ましい画像品質で表示されることになる。

Table 3 Comparison of PhotoYCC and s-RGB Viewing Environments

	PhotoYCC	s-RGB
Viewing flare	None	0.5 - 1.00%
Image surround	Average	20%反射率グレー
Luminance level	> 5000 lux	80cd/m ² (100lux)
Adaptive white	x=0.3127 y=0.3290(D65)	x=0.3127 y=0.3290(D65)

3.7 Viewing Transform関数の定義

FlashPixは、Viewing Transformという画像加工関数を用いて画像処理を実現する機能が組み込まれている。すなわち、顧客が画像に対して行った色や階調の変更、画像の拡大縮小やトリミング指定などの加工情報は、パラメータ化されてTransform property setに付帯情報として記録される。原画像データが格納されているsource FlashPix image objectの中身は変更されない。アプリケーションは、モニタ表示に必要な解像度の必要な領域の原画像データに対して、パラメータに応じた画像処理を施し、その結果をモニターに表示する。プリント時には、高解像度の画像データに対して、同一のパラメータで画像処理が実施される。この仕組みにより、画像加工時の操作スピード向上とUndo機能 (画像加工前の状態に戻す機能)、および高画質のプリントの出力を同時に達成している。この機能はLive Picture社のFITS (Flexible Image Transport System) と同じメカニズムであるが、加工関数は以下の5種類に絞り込まれている。

- Contrast adjustment : コントラスト調整
- Tone and color correction : 階調と色の修正
- Result aspect ratio : アスペクト比の変更
- Spatial orientation : 画角の変更
- Selection of region of interest : 領域の選択

4. 画像設計と画像品質保証

4.1 階調 / 色再現

4.1.1 基本的な考え方

入力機器と出力機器までのトータルな変換 (f₀) を二つの部分に分け、相互接続のための中間色空間を定義し、f₀ = f₁ * f₂となる変換をそれぞれ、f₁, f₂とする。中間色空間が、F-DI / ラボOUTサービスで提供される画像の色空間であり、接続の中心という意味でHUB空間と言う。HUB空間の選択には自由度が多くあるが、F-DIサービスのようなオープン系画像システムで高い画像品質を実現するために、以下の2点をポイントに絞り込んだ。

F-DIサービスで提供した画像データは、特別な処理をすることなく、CRTモニタ上に好ましい画像品質で表示されること

F-DIサービスで提供した画像データは、特殊な画像加工をしない限り、同時プリントと同等のプリント画質を提供できること

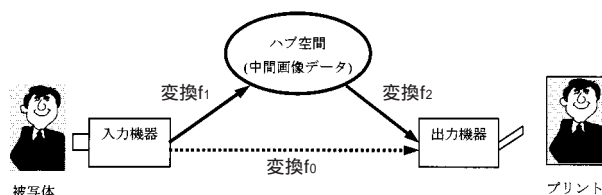


Fig. 7 HUB space and its meaning

プリント再現目標は、被写体の見えをプリント上で好ましく再現するための画像階調、色再現である。これはFig. 7の f_0 で表される変換であり、従来のアナログ系、あるいはクローズ系で実現されてきた再現目標そのものである。したがって、「 $f_1 * f_2$ となる処理系においても最終的にはこの再現目標を実現できること」が、上記ポイント を達成するための必要条件である。特に限られた階調数であっても、この再現目標が画質劣化なく達成できることが重要である。さらに、ポイントを満足するには、変換 f_1 が施された画像データが「パソコンのCRTモニタに好ましい画質で表示されること」、言い換えると「プリントとの“見え”がほぼ同じ印象となること」が必要となる。

これらの必要条件を考慮し、F-DI規格ではFlashPixで定義されているPhotoYCCとs-RGBの2つの色空間のうち、「絵作り」後の色空間であるs-RGBを採用した。すなわち、『室内で画像を観察することを想定し、同じく室内で観察するプリントとの“見え”の一致を重視するs-RGB』がF-DI規格のHUB空間である。

4.1.2 s-RGB標準モニタ

FlashPix Format Specification Version1.0 (5章) に定義されているように、s-RGBデータはCRT特性とその観察条件が一義的に定められた、CRT観察環境に表示されることを前提としたデータである。ここで定義されているCRTがs-RGB標準モニタであり、その特性を以下で説明する。なお、観察条件については3.6で述べたとおりである。

(1) 原色色度座標 (x, y)

画像データの色空間は、calibrated-RGB空間として規定される。この空間のR, G, B三原色のxyz色度座標は、ITU-R Rec. 709に準拠した以下の値とする。

Red : (0.640, 0.330, 0.030)

Green: (0.300, 0.600, 0.100)

Blue : (0.150, 0.060, 0.790)

また、順応白点はD65 (6500 K) 相当とし、そのxyz色度座標は以下の値とする。

D65 : (0.3127, 0.3290, 0.3583)

このR, G, Bは、1931 CIE等色関数による三刺激値XYZと以下の関係を持つ。

$$\begin{pmatrix} R_{s-RGB} \\ G_{s-RGB} \\ B_{s-RGB} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3.2410 & -1.5374 & -0.4986 \\ -0.9692 & 1.8760 & 0.0416 \\ 0.0556 & -0.2040 & 1.0570 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

(2) 階調変換特性

階調再現の目標とすべき階調カーブは、以下のように規定する。

$$R' = 12.92 R_{s-RGB} \quad (0 \leq R_{s-RGB} < 0.00304)$$

$$R' = 1.055 R_{s-RGB}^{(1.0/2.4)} - 0.055 \quad (0.00304 \leq R_{s-RGB} \leq 1)$$

G, Bについても同様とする。ここで、 R_{s-RGB} , G_{s-RGB} , B_{s-RGB} はITU-R Rec.709モニタの蛍光体三刺激値であり、正規化された信号値 ($0.0 \leq R_{s-RGB}, G_{s-RGB}, B_{s-RGB} \leq 1.0$) である。

画像データを8bitの精度でデジタル化する場合には、

$$R_{8bit} = 255 \times R'$$

のように量子化される。

4.1.3 標準写真プリントとの対応

標準プリントの観察条件と標準s-RGB CRTモニタの観察条件をTable 4に示す。標準プリントの観察条件は、ICCのPCS空間に準拠するものである。ここで定義されたプリント観察条件における標準プリント画像の“見え”が、s-RGB標準モニタ上の画像の“見え”と一致するよう相互の変換を以下の考え方で実現する。

- (1) 色温度の違いはフォン・クリス型変換で対応する。標準プリントの画像とs-RGB標準CRTモニタに表示した画像は色温度が異なる。観察する際に、それぞれの色温度に観察者が十分順応する条件を仮定する。
- (2) フレアと輝度の違いは、“見え”の違いに関して無視できるレベルなので特別な変換はしない。
- (3) R=G=B=255を標準写真プリントの白に対応させる。

Table 4 Viewing Conditions for Prints and CRT Monitor

	PCS空間 (理想プリント観察条件)	s-RGB標準モニタ の観察条件
Viewing flare	1.00%	0.5 ~ 1.00%
Image surround	20%反射率グレー	20%反射率グレー
Luminance level	160 ~ 640cd/m ² (200-500lux)	80cd/m ² (100lux)
Adaptive white	x=0.3457 y=0.3585 (D50) (照明光源: F8蛍光灯)	x=0.3127 y=0.3290 (D65)

4.1.4 画像品質に関する保証の考え方

色再現 / 階調再現に関する画像品質保証の考え方は、「F-DI画像ファイルの画素値 (RGB値) とラボでプリントした際のプリント上の濃度値 (L* a* b*値) の関係」を規定することである。具体的には、Fig. 8に示す階調再現とTable 5に示すカラーチャートの色再現に関して、両者の関係を規定し、画像ファイルの画像品質保証を行う。

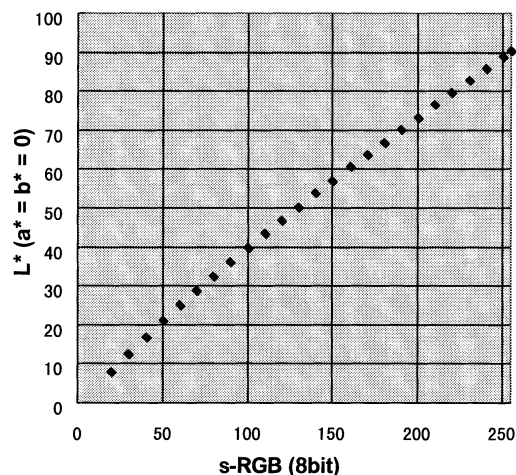


Fig.8 Gradation reproduction target (s-RGB vs L*)

Table 5 Relation Between RGB Values and L* a* b* Values

s-RGB			プリント色度			s-RGB			プリント色度		
R	G	B	L*	a*	b*	R	G	B	L*	A*	B*
112	59	40	30	21	20	53	34	85	19	15	-25
208	151	129	62	19	19	155	174	14	62	-16	62
41	130	178	48	-15	-30	224	155	5	63	20	67
33	71	34	26	-18	17	0	51	133	24	8	-46
128	129	179	52	6	-24	0	116	55	40	-36	24
69	173	180	60	-28	-11	160	18	8	33	51	41
210	108	4	52	36	59	238	193	0	73	8	75
24	88	165	36	0	-43	202	78	134	48	49	-5
196	62	67	44	51	26	0	122	170	45	-17	-31

4.2 像構造 / 圧縮

4.2.1 基本的な考え方

像構造の品質を左右するファクターには、階層構造化で用いるDecimation Filter、データ圧縮の2つがある。4.1で述べたように、F-DIサービスで流通する画像ファイルはさまざまな拡大率で表示またはプリントされる。このようなオープン系画像システムを前提に、高画質性能の実現を目指して像構造の設計を行った。

4.2.2 Decimation Filter

Decimation Filterとは、3.3で説明した階層構造を作るときに、高解像度画像から縦横の画素数が半分となる次の解像度の画像を生成する補間フィルタである。Fig. 9で言えば、×印で示した画素を用いて □印で示す画素を算出するフィルタのことである。

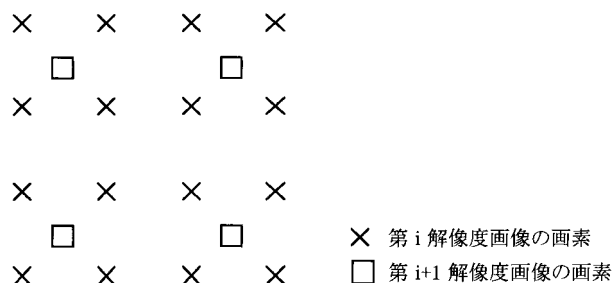


Fig. 9 Decimation filter

FlashPixに定義されている4種類のDecimation FilterをTable 6に示す。

Table 6 Decimation Filter Kernels

	K1	K2	K3	K4
	1/2			
	1/3	1/6		
	0.411055	0.142929	- 0.053985	
	0.449199	0.156544	- 0.059009	- 0.04673

最も簡単なDecimation Filterは、に示す2×2の平均フィルタである。F-DI規格では高画質化のためにシャープネスを重視し、全階層に渡ってに示す8×8のフィルタを採用した。すなわち、注目している解像度画像の画

素値を a_i 、求める次の解像度画像の画素値を b とした際、次の演算を縦横それぞれに実施する方法である(Fig. 10参照)。

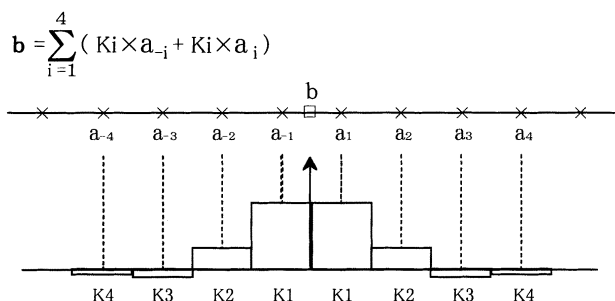


Fig. 10 Decimation filter adopted on F-DI standards

4.2.3 データ圧縮

FlashPixファイルは、前述したFig. 4のような階層構造を成しており、各解像度はさらに64×64画素のタイルに分割されている。各タイルごとに異なる圧縮方法を設定することができる。選択できる圧縮方法としては、非圧縮、JPEG圧縮、単色カラー(タイル内が1色である場合)の3種類である。

(1) CD-R書き込みサービスの場合

CD-R書き込みサービスにおけるF-DI画像ファイルは、以下の画像設計方針で各階層ごとに異なる圧縮率を採用し、非圧縮のままFlashPixファイルにした場合に約8MBの容量を必要とする画像ファイルを、高画質を維持したまま1.5～2MB程度に低減することを可能にした。

最高解像度画像は、データ容量削減には最も効果的であるが、プリント画質を高く保つために3bpp (bit per pixel) レベルの圧縮率を採用する(1/8)。第2階層度の画像は、CRTモニタ表示で最も多く利用されるサイズであり、拡大率の点で像構造的に厳しい評価となるので、7bppレベルの圧縮率を採用する(1/3)。

第3階層度以降の画像も、CRTモニタ表示で利用されるサイズであり、さらに像構造的に厳しい評価となるので、非圧縮を採用する。

(2) メディアプリントサービスの場合

メディアプリントサービスの場合、画像データはラボOUT時とラボIN時の合計2回の圧縮がかかる上に、年賀状利用においては文字品質の劣化も考慮する必要がある。その上で、FDによる年賀状プリント注文が可能となるように最適化を行い、3bppレベルの圧縮率を採用した(1/8)。

なお、メディアプリントサービスにおける画像ファイルは、ラボでのプリントが目的である点を考慮し、プリント用の最高解像度画像のみが存在する単一解像度のFlashPixフォーマットを採用している。

4.3 画像システム構成

4.3.1 システムの概要

F-DIサービスは一つの大規模な画像システムと捕らえることができる。デジタル画像データを得るための画像入力部、画像データを加工する画像処理部、プリントを作成する画像出力部、およびラボIN/ラボOUT用の画像入出力を行うフロントエンド部 (F/E部) から構成される。その機能構成図をFig. 11に示す。

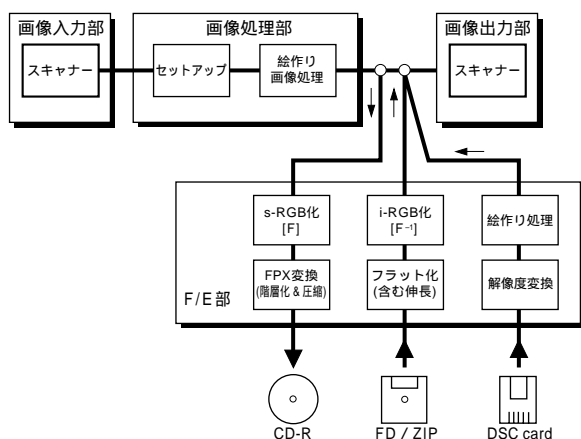


Fig. 11 Block diagram of F-DI image processing system

4.3.2 基本的な画像データの流れ

(1) CD-R書き込みサービスの場合

CD-R書き込みサービスでは、撮影・現像済みの銀塩フィルムから専用CD-Rにデジタル画像データの書き込みを行う。この場合の画像データの流れをFig. 11を用いて説明する。画像入力部で得られた画像データは、画像処理部でプリントに適した絵作りが施される。このデータは画像出力部でプリント作成に使われるとともに、F/E部にも送られる。F/E部ではs-RGB化とFPX変換を行った後、F-DI専用のCD-Rへの記録を行う。

s-RGB化では、4.1で説明したように、s-RGB標準モニタに表示された画像の“見え”がプリント画像の“見え”と等しくなるような階調/色変換が行われる。また、FPX変換ではFlashPixフォーマットへの変換のために、4.2で説明したデータ圧縮と階層構造化処理が行われる。この結果、CD-Rに記録された画像データは特別な処理なしで、CRTモニタ上に好ましい画像で表示が可能となる。また、写真プリント作成時に得られた画像データを活用していることで、より安価なサービスの可能性が広がる。

(2) メディアプリントサービスの場合

メディアプリントサービスは、パソコンで加工した画像データを記録したフロッピーディスク、またはZIPディスクから本システムを用いて高画質銀塩プリントを作成するものである。この場合の画像データの流れは、ラボに持ち込まれたF-DIディスクに記録された画像データにフラット化とi-RGB化が施された後、画像出力部へ戻されプリントが出力される。

フラット化はFPX変換の逆変換、i-RGB化は

s-RGB化の逆変換に相当し、CD-Rで提供された画像が無変換でそのまま持ち込まれた場合は、同時プリントと同じ画質の銀塩プリントを生成できる。また、F-DIサービス以外の画像と合成した場合も、CRTモニタ(正確にはs-RGB標準モニタ)上での見えとほぼ同等画質のプリントを生成することができる。

4.3.3 デジタルカメラプリント時の画像データの流れ

DSCカードに記録された画像データは絵作り処理と解像度変換を行った後、画像出力部に戻されプリントされる。絵作り処理ではDSCデータを銀塩プリントに適した絵作り(オートセットアップ機能を含む)を行った後、画像出力部に適合したRGB値への変換を行う。また、解像度変換はプリント用に画素数を合わせる画素密度変換とシャープネス制御を含む処理を行う。また、現時点ではサービスを行ってはいないが、プリント用に絵作りされた画像データを4.3.1と同様に、s-RGB化とFPX変換を行って専用CD-Rに記録することも可能である。同じデジタル画像データではあるが、CD-R上の画像データはDSCカード上のそれに比べて、付加価値の高い高画質画像データに変換されている。

5. Photoware/Home

5.1 概要

Photoware/Homeとは、F-DIメディアサービスのCD-R書き込みサービス利用時に無料添付されるソフトウェアの総称で、高画質な写真画像を家庭用パソコンで利用することを配慮した、Photoware/Home-EX(ビューワーソフト)、Photoware/Home-PD(注文ディスク作成ソフト)、Photoware/Home-IP(Photoshopプラグインソフト)の3種類のソフトウェアで構成される。

5.2 Photoware/Home-EX

Photoware/Home-EXはCD-R書き込みサービスで、専用CD-Rに記録されたFlashPix画像を閲覧、画像フォーマット変換、およびF-DIメディアプリントサービス用の注文ディスク(FD, ZIP)を作成するソフトウェアである。それぞれの機能は以下のとおりである。

(1) FlashPix画像閲覧

CD-Rに記録された全画像のサムネール表示、選択した画像に関する各解像度画像の表示(4Base, Base, 1/4Base, ...全6階層)および画像属性情報表示ができる。F-DIメディアプリント用に作成した注文ディスクの内容確認も可能である。

(2) 画像フォーマット変換

CD-R書き込みサービスでCD-Rに記録されたFlashPix画像ファイルを、FlashPix未対応の画像加工・編集アプリケーションソフト用に、Win95版ではBMP画像ファイルフォーマットへ、Mac版ではPICT/JPEG/Tiff画像ファイルフォーマットへ変換する。

(3) 注文ディスク作成

閲覧した画像の単純焼き増しやトリミング焼き増しを、高画質銀塩プリントに出力するための注文フ

ファイル、およびFlashPix画像ファイルをF-DIメディアプリントサービス用の注文ディスクとして外部メディア (FD, Zip) に作成する。

5.3 Photoware/Home-PD

Photoware/Home-PDは、各種の市販画像加工・編集アプリケーションソフトで作成した各種フォーマットの画像データをF-DIメディアプリントサービスで高画質銀塩プリントするため、FlashPix画像フォーマットへの変換、および注文ファイルを外部メディア (FD, ZIP) に作成するソフトウェアである。具体的には、家庭用パソコンで動作する各種画像加工ソフト (マイクロソフト社 PictureIt!などのFlashPix対応アプリケーションおよびAdobe社PhotoopなどのFlashPix未対応アプリケーション) で編集/加工された画像データを、PCソフトにおける通常の「印刷」インターフェースを使用し、高画質銀塩プリントするための注文ファイル、およびFlashPix画像ファイルをF-DIメディアプリントサービス用の注文ディスクとして外部メディア (FD, Zip) に作成するものである。

5.4 Photoware/Home-IP

Photoware/Home-IPは専用CD-Rに記録されたFlashPix画像をAdobe社製画像加工アプリケーションソフト Photoshop/PhotoDELUXEに読み込む入力プラグインソフトである。FlashPix画像ファイル閲覧機能 (サムネール表示、階層画像表示、画像属性情報表示) とPhotoshop/PhotoDELUXEへの読み込み機能を有する。

6. F-DI規格の今後の展開

6.1 F-DI規格の推進

6.1.1 ファミリー化

パソコンの電子データ交換に関連する規格は広く普及し、事実上の標準化がなされた結果、家庭用パソコンを媒体とした各種データサービスにおいても、高画質画像データを気軽に使えることがエンドユーザーの利便性向上に不可欠な状況にある。当社では、その意味からF-DI規格を広く普及させるため、その主旨に賛同していただけるパソコンソフトベンダー各社にF-DIメディアサービスと連携するアプリケーションソフトの開発をお願いしており、複数社においてF-DIサービスに連携する市販ソフトが実現している。

6.1.2 ソフトウェア・ツールキット

上記ファミリー化を推進し、F-DI規格を普及する目的で、F-DI規格に則ったサービスに連携する市販アプリケーションソフト機能を実装する際に必要となるソフトウェア・ライブラリーをツールキットの形態で提供しており、今後も組み込みやすさの改善や、当社F-DIサービ

スの仕様拡大に合わせ、バージョンアップする予定である。

6.2 注文ファイルの標準化

F-DIで扱う画像ファイルはFlashPixフォーマットであり、次世代の画像ファイルの標準になることが期待される。一方、2.3.2に示した注文ファイルは、紙では記述しにくい複雑な注文を可能にしたり、ラボの工程合理化が期待できるポテンシャルを持っているが、現時点では富士写真フィルムの独自仕様である。当社が目指すのは、すべての家庭でデジタル画像を利活用したり、楽しめるように技術インフラを整備することである。前項で示したF-DIファミリー化を推進しても、この目的を達成するためには独自仕様のままでは限界があると考えている。デジタル写真サービスのさらなる発展のためには、すべてのラボ・取次店で同じ注文ファイルを扱えることが不可欠であり、そのためにも注文ファイルの業界標準化を推進していきたい。

6.3 業務用F-DI規格

F-DI規格は一般ユーザー、特にパソコン・デジタルカメラユーザーを対象に、写真をデジタルで手軽に楽しむための規格である。そのコアとなる画像ファイルは、富士写真フィルムが長年培ってきたノウハウを駆使して、絵作りを施した「加工済み画像データ」が格納されている。ユーザーが、家庭のパソコンで使う場合に、特別な処理無しで好ましい画像が得られる。

一方、銀塩フィルムの性能を最大限に引き出すには、現在のF-DI規格に対して、色再現域・濃度分解能・ダイナミックレンジの拡大が必要である。業務用途向けに、これらの3要素を拡張したF-DI professional規格 (仮称) の検討も推進していきたい。

参考文献

- 1) DPC-basic規格 Ver1.0, 富士写真フィルム株式会社, July, 1997
- 2) FlashPix Format Specification Ver.1.0, Eastman Kodak Company, Sep., 1996
- 3) 大谷薫明, 梅本 真, 松本正幸, FUJIFILM RESEARCH & DEVELOPMENT, No.42, 1-9 (1997)
- 4) 羽田典久, 田中宏志, 巻島杉夫, 卜部 仁, FUJIFILM RESEARCH & DEVELOPMENT, No.42, 77-83 (1997)

(本報告中にある“Photoware”は富士写真フィルム(株)の商標です。)