

近年のワープロでは、繊細な図やカラー写真を含んだ文書を簡単なヒューマンインタフェースでユーザに提供することが必要になってきた。

1995年に製品化したRupo JW-900, JW-V600ではカラースキャナで取り入れたイメージを色再現性よく鮮明に印刷するために次の二つの技術を開発した。一つは、入力されたRGB(赤, 緑, 青)形式の色情報を印刷系のCMY(シアン, マゼンタ, イエロー)形式にできるだけ正確に変換できるようなキャリブレーションと階調性を重視したディザパターン選定である。もう一つは、熱転写方式のプリンタにおける欠点であった印字不整合の問題(ラインごとに印字が重なり濃い線が現れたり, 逆にライン間にホワイトラインと呼ばれる非印字線が出る問題)を改良するためにステッチングと呼ばれる技法を導入した。

The need has recently arisen for word processors to have functions for processing documents with complex figures or colorful photographs by means of user-friendly human interfaces. New products in particular have improved color expression capabilities.

In our Rupo JW-900, JW-V600, introduced in 1995, we have developed two technologies for printing out images input via color scanner with a more accurate correspondence to the original colors. The first of these is calibrating technology and a new dither pattern, allowing input RGB (red, green, blue) format color information to be translated into the CMY (cyan, magenta, yellow) format used for printing. The second is stitching technology which improves the thermal-head dot printer's problem of mismatched printing; that is, the appearance of a deep-color line or white line due to slightly overlapping of separated printing.

## 1 まえがき

近年、日本語パーソナルワープロにおいて、拡大文字の印字品位を向上させるアウトラインフォント技術の採用と、高密度プリンタの搭載が必要条件となってきた。そのため、当社は業界最高の400 DPI (Dots Per Inch) 高密度熱転写プリンタを採用してきた。しかし、図や文字に関しては十分な印字品位を得ることができたが、写真を取り込んだイメージ印字に関しては、モノクロの場合でもまだ印刷品位上の問題があった。つまりラインごとの印字不整合である。

さらに印刷をカラー化するには、減色混合によるフルカラーの実現に必要なC, M, Yを一本のリボンカートリッジにまとめなければならず、ランニングコストがかかる問題を残していた。しかしこれもしリボンの薄膜化技術により改善され、パーソナルワープロでもフルカラー印刷が可能な環境が整ってきた。

ここでは、カラースキャナで取り込まれたカラーイメージデータを色再現性よく綺麗(きれい)に印刷するための色補正技術と、シリアルプリンタでのライン不整合を改善するステッチング技術に基づく高品質なカラーイメージ印刷技術を説明する(図1)。

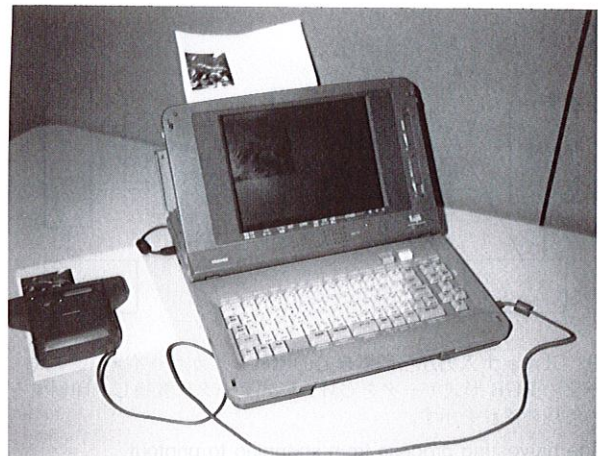


図1. Rupo JW-V900とカラーイメージスキャナ(オプション) カラーコンセプト製品 JW-V900にカラーイメージスキャナを接続した例を示す。

Rupo JW-V900 and color scanner (option)

## 2 カラーイメージの色補正技術について

### 2.1 ワープロのカラー化

一口にカラー化といっても画面表示に若干の色がついているレベルから入出力のすべてにわたってフルカラー画像



が扱えるレベルまでいろいろである。パーソナルワープロは一般の人が使う用途を考えてスペックは過剰にせず、その代わり適当な価格でカラー画像の入出力環境がひとつおそろいように考慮されている。また一般的に難しいスキヤナ入力とプリンタ出力、あるいは画面表示とプリンタ出力の色合わせの問題も買ったときから調整済みであることはワープロならではの長特でもある。以下では色補正の中心的な課題と解決方法について述べる。

## 2.2 ワープロにおけるカラー処理の流れ

カラー画像の入力方法のニーズは多様化しており、カラースキヤナやビデオカメラからの直接入力に加えて、パソコン業界で流通しているファイル形式のデータをフロッピーディスクからも読み込めるようユーザから要求されている。入力される原画は光の三原色である R, G, B で表現されることが多い。一方カラー画像を印刷する場合には色材としての三原色である C, M, Y を使用するのが一般的であるため、RGB 形式から CMY 形式へ表現形式を変換した後、CMY のそれぞれの濃度をインクの塗布量に反映させて元の画像を再現しなければならない。

ここで、CMY が等量重なった場合は黒になるので CMY の重ね刷りの代わりに K (ブラック) の色材で置き換える方法もある。

図 2 はカラーイメージスキヤナから取られた RGB 形式データを CMY 形式データに変換し、印刷するまでの処理の流れを示したものである。

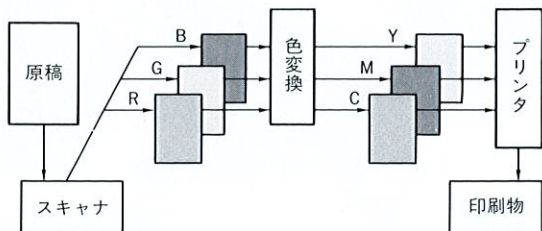


図 2. スキヤナ入力から印刷までの流れ カラーイメージスキヤナデータの RGB 形式データを CMY 形式データに変換し、印刷するまでの処理の流れを示す。

Image harvesting process from scanning to printout

## 2.3 色表現の限界

世の中にあるさまざまな印刷色のうち実際に入力デバイスであるスキヤナが読みとれる色の範囲には限界があり、またプリンタで印刷できる色の範囲も限界がある。それらの限界の中で元の画像にどれだけ忠実な画像を再現できるかが色再現の課題となる。忠実であるということは単に近い色が再現されることだけではなく、鮮明さや階調性が総合的にバランスよく調和していることも必要とされる。極

端な例で言えば、蛍光色で印刷された印刷物を再現するには蛍光インクを用いなければもともと再現は無理なのであるが、人間にとって同系色と判断できる他の色で代用することも大事なことなのである。

## 2.4 色再現性

2.2 節で述べたように、スキヤナあるいはビデオカメラから入力された RGB 信号は印刷の表色系である CMY 形式に変換する必要がある。

インクリボンに使われている CMY のそれぞれのインクが RGB の波長だけを吸収するのなら RGB と CMY はそれぞれ補色の関係になり、RGB から CMY への変換は線形的な演算で可能である。しかし、現実にはそのような理想的な吸収特性のインクはなく、本来そのインクが吸収すべきでない色も吸収してしまう (不要吸収という)。したがって、そのことを考慮に入れた非線形な補正が必要となる。

具体的には R, G, B の 1 次項、 $R^2$ ,  $G^2$ ,  $B^2$  の自乗項、RG, GB, BR の相乗項から 1 組の CMY の組合せを求める演算が利用される。このうち自乗項は各色ごとの階調のガンマ補正に寄与し、相乗項は 3 色インクの副吸収による干渉の補正に寄与する。

このような変換を含んでユーザに快適な実時間動作を提供するには、あらかじめある入力 RGB の組合せに対応した補正後の出力 CMY の対応関係を調べ上げておけば時間的にも計算精度的にもまちがいをなくできるのであるが、扱う色数によってはそれだけの対応情報をもつのは現実的ではない場合もある。

特にフルカラーに近いほど RGB の組合せの数は膨大であるので、計算により CMY の値を決定する方法が有効である。この場合、RGB の空間全体にわたって本来の CMY 値との誤差が小さくなるような計算式、あるいは演算の係数の選択が必要となる。

この補正情報を作ることを一般的にはキャリブレーションと呼んでおり、入力デバイスと出力デバイスの組合せが決まれば印刷画像あるいは表示画像を介してフィードバックを掛けることにより色変換の調整をすることができる。

パーソナルワープロの場合は定められたスキヤナとプリンタにより入出力されるので、あらかじめ入出力デバイスの特性に合った設定を作っておくことができ、めんどろなキャリブレーションでユーザの手をわずらわすことなく、購入してすぐに適した色再現の環境をもち、文書作成に専念できるメリットをもっている。

## 2.5 階調性

色再現において印刷方式は非常に重要な要素であり、Rupo の場合内蔵の熱転写プリンタの特性を考慮して CMY の濃度表現方法の選択が行われている。

Rupo ではインクリボンのインクをサーマルヘッドの熱で溶かして紙に転写する“溶融型のシリアル熱転写方式”を



用いている。

もともと溶融型熱転写プリンタは一つのドット径を正確に制御して階調を表現するのは難しい方式なので、ディザ法と呼ばれる複数のドットの密集状態で擬似的に階調を表現する方式が使われることが多い。

しかし、インクリボンを経からはがす方向、ヘッドに残る熱履歴などの影響でリボンの走行方向のドットがつながりやすいという特性をもっているため、入力濃度に応じてドットを密集させていく順番をうまく選ばないと入力濃度に対する出力濃度のリニアリティが出せないという問題がある。Rupo ではこの特性が最適になるようにディザパターンが選ばれている。

また、面積階調により表現できる階調数を増やすという目的だけなら、ディザマトリックスを大きく設定すればよいのだが、反面、画像の鮮明さが失われる傾向がある。Rupo では階調性と鮮明さが両立するようにディザマトリックスのサイズ、形が吟味されている。

以上述べてきたように原画像に少しでも忠実な再生画像を得るために、自然な階調表現と鮮明さを兼ね備えたディザパターンを厳選し、色分解された各色の濃度変換で3原色の配分を微妙に調整することで総合的な補正を行っている。

### 3 ステッチング技術

この章ではイメージの印刷の高品位化に貢献したもう一つの開発項目であるラインごとの整合性を高めるステッチング技術について説明する。

このステッチング技術は、プリンタハードウェアメカの改良と、ソフトウェアでプリンタの性能を最大限に引き出すための改行制御である“定点改行”と、改行誤差を目立たなくするための印字パターンの縫合を行うステッチング処理から成り立っている。

#### 3.1 プリントメカの改行精度改良

従来の熱転写プリンタでは、用紙送りするごとに改行精度が微妙に変化していた。これは用紙の特性（特にはがきの場合であり 3.2 節で後述）のほかにメカの構造と部品精度が原因となっている。従来のプリンタではギアの回転は用紙送り量とは関連がなく、ギアの精度やギア比が用紙送り精度の特性に関与していた。

今回のプリンタではプリンタの用紙送り機構として“N 倍ギア”を採用し、一定の改行量で改行精度を上げることができた。このメカの供給側の歯車は基準改行のときにつねに n 周することにより、各歯車のふらつきが相殺されるような構造になっている（図 3）。

#### 3.2 定点改行について

ここでは、プリンタドライバなどのソフトウェア側が行

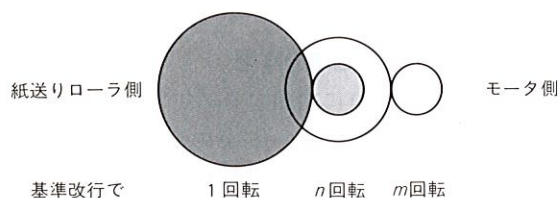


図 3. 用紙送り部のギアの構造 ステッチングのために改良されたプリンタメカの用紙送り機構で、各歯車のふらつきが相殺される。

Structure of gears involved in line feed

っている補正と定点改行について述べる。

ドライバは用紙種類や環境温度による補正も行い、極力それらの影響を受けないような制御を行っている。

しかし画像内容、メカ間ばらつき、用紙間ばらつき（はがきの製紙メーカーは 3 社ある）などの要因は改行の見えかたに影響を及ぼす。これらの影響を調整するため、さらにユーザに微調整できる環境を提供している。具体的には、Rupo の設定メニュー内の“紙送り調整値”で数段階ある内から選択できる。

さらに、改行精度に影響を及ぼす要因として、はがきなど“こし”の強い印刷媒体で“用紙はね”などの現象が挙げられる。図 4 に示したグラフは、あるはがき縦用紙のモータ駆動量と実際の改行量の差を示したものである。

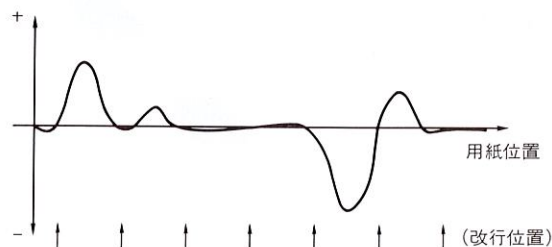


図 4. 改行値の駆動量と実改行量との差 横軸が用紙位置で縦軸が実改行量と駆動量との差である。はがき縦用紙で測定したグラフ。

Gap between practical line feed and theoretical line feed

この差が少なくなるポイントで毎回の改行を行うことにより、“用紙はね”の影響をなるべく受けないようにすることができた。これを“定点改行”と呼ぶ。

図 4 に示した矢印の部分が高精度な改行に適した改行値であり、定点改行はその評価結果によるもっとも高精度な改行値で用紙送りするもので、その値は一定値 k ドット間隔である。これは“こし”の強いはがきに対する値であるが、通常用の紙に対しては前項で述べたメカ周りから起こる改行特性の問題を改善するのに有効な手法である。

ただはがきの場合、各定点改行位置で一般的な“用紙はね”量の補正を掛けることで極力改行ばらつきが出ないよ

うにしている。

### 3.3 ステッチング処理の詳細

パーソナルワープロに内蔵するプリンタのほとんどはシリアルプリンタであり、1ページ分のデータを印字させるには、文字・図形・イメージなどの1ページ分のドットパターンを、印字用バッファ縦幅（プリンタ縦幅）単位で切出し印刷する。これを繰り返すことにより1ページすべてを印字する方式である。その際、前項で述べたプリンタの改行ばらつきのために印字パターンのドット重なりおよびドット抜けが発生する。このドット重なりやドット抜けに対処するのがステッチング処理である。

従来、印字用バッファは160ドット（1ライン）を用い、印字パターンを160ドットずつ切出し印字していた。ステッチング処理を行う場合、今回の新プリンタを用いることにより、このプリンタのもっとも改行精度のよい $k$ ドットで改行を行う（定点改行参照）。文字・図形・イメージなどの各種展開ルーチン（印字パターンをドットパターンに変換し印字用バッファに書き込む）は160ドット縦幅のバッファに対し、 $k$ ドットずつ展開する。印字用バッファ上の展開位置は上端1ドット目に展開せず2ドット目から $k$ ドット幅で展開する（図5）。

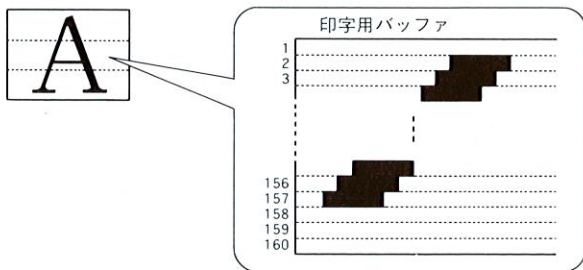


図5. 印字用バッファのドット構成（Aという文字の場合の例） ステッチング処理がなされており、上1ドットと下3ドットが空白になっている。

Dot pattern sample of print line buffer (example: character "A")

このとき、 $(k+1)$ ドット目のパターンを別のバッファにセーブしておき、次回の展開時に、このセーブパターンを展開バッファの1ドット目にコピーする。したがって実際の印字は $k$ ドットの改行に対し、 $k+1$ ドットの印字を行うことになり、1ドットずつ重ねて印字することになる。これ

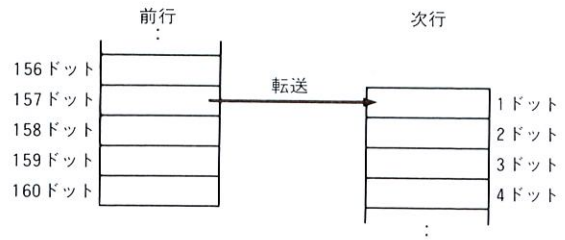


図6. ステッチング処理における次のラインへのパターン転送 前行 $k+1$ ドットのデータを次行に転送して1ドット重ねて印刷する。  
Pattern transfer to next line buffer for stitching process

により改行時のすき間を防ぐことができる（図6）。

## 4 あとがき

現在の方式を採用することにより、カラーイメージを十分に高品質で印刷できるようになってきた。色補正に関しては、現在のパーソナルワープロのハードウェア構成ならではの方法であり、またステッチング技術も特定のハードウェア特性のもとで採用した方法である。これは今後のハードウェアの進歩や、さらにソフトウェア面からも画像処理研究と試験を繰り返すことにより、見直す時期も出てくると思われる。他社のワープロも同様な路線で機能強化してくることも明白であり、今後も高品質な印刷機能実現に向けていっそう努力していく所存である。



天野 祐隆 Masataka Amano

情報サービス・機器事業開発室開発第二部主務。  
日本語ワープロの要素技術関係のソフトウェア設計に従事。  
Information Services & Portable Equipment Development Office



鈴木 真市 Shin'ichi Suzuki

青梅工場パソコンハードウェア設計部主務。  
日本語ワープロ Rupo の印刷関係のソフトウェア設計に従事。  
Ome Works



町田 聡 Satoshi Machida

青梅工場ワープロ設計部。  
日本語ワープロ Rupo の印刷関係のソフトウェア設計に従事。  
Ome Works