

カラープリンタにおけるカラーマネジメントシステム

Color Management Systems for Color Printers

浴 耕 治*
Kohji Eki

要 旨

近年、電子写真方式のカラープリンタが急速に普及し、オフィスでも簡単にカラー印刷ができるようになった。しかしながら、パーソナルコンピュータのモニタで表示される色とカラープリンタで印刷される色は、各々の装置で色を再現する方法が異なるため、ユーザが思うような色を印刷するのは容易ではない。この問題を解決する手法として、ICC (International Color Consortium) で定義されたICC プロファイルを使ったカラーマネジメントシステムがあり、パーソナルコンピュータのオペレーティングシステムへ組み込まれている。ところが、カラープリンタで印刷を行う場合、それぞれのカラープリンタに搭載されたプリンタ記述言語に適したカラーマネジメントを行う必要がある。

本稿では、代表的な2つのプリンタ記述言語におけるオフィス向けカラープリンタのカラーマネジメントシステムについて解説する。

Although color printing has become easy and affordable with the widespread acceptance of electro-photographic color printers, it is another question whether the output is obtained in the exact colors that are intended since monitors and printers reproduce colors differently.

While ICC profiles have been defined by International Color Consortium as a solution to this color match problem and are implemented in PC operating systems, it is still necessary to perform color management that is optimal for the description language of each color printer.

This paper describes color management systems for the two most widely-used printer description languages.

まえがき

パーソナルコンピュータからカラープリンタに印刷を行う場合、印刷するカラープリンタ用に作成されたプリンタドライバを選択する。プリンタドライバは、印刷データをプリンタに搭載されたプリンタ記述言語(以下PDL)に変換するソフトウェアである。PDLは、プリンタコントローラが用紙に文字や画像を描画するためのコマンドセットであり、各プリンタメーカーが独自に定義/開発したものである。その中でもヒューレットパッカード社が開発したPCL言語とアドビシステムズ社が開発したPostScript言語が多くのカラープリンタに搭載されている^{注1}。

International Color Consortium (以下ICC) は1993年に設立された団体で、ICCプロファイルと呼ばれるカラープロファイルのフォーマットを定義した。ICCに

準拠したカラーマネジメントシステムは、パーソナルコンピュータ(以下PC)のオペレーティングシステム(以下OS)へ組み込まれており、代表的なものにMac OSのColorSyncやWindowsのICM等がある^{注2}。OSに組み込まれたカラーマネジメントシステムを利用することにより、アプリケーションで作成された文章やプレゼンテーションなどで使用される色を簡単に管理することが可能である。しかし、PCL言語を搭載したプリンタの場合、PCL言語でサポートされる色空間がRGBだけであるため、プリンタドライバから出力されるデータはRGBのみとなる。従って、前述のようなOSのカラーマネジメント機能を使用する場合、RGBベースの出力プロファイルを使用する必要がある。また、PostScript言語を搭載したコントローラの場合、異なる複数の色空間が同一ページ上に設定可能となっていること、PostScript言語自体が独自の

* ドキュメントシステム事業本部 ソフト開発センター ソフト開発部

カラーマネジメントシステムを持っていることなどから、各々の色空間に応じた処理が必要となる。このように、プリンタにおけるカラーマネジメントはPDLに依存する部分が多いため設計段階で注意が必要である。ここでは代表的なプリンタ言語であるPCLとPostScriptの2つのPDLを搭載したカラープリンタにおけるカラーマネジメントシステムについて解説する。

注1：PCLはHewlett-Packard Companyの登録商標である。
 PostScriptは、Adobe Systems Incorporatedの商標である。
 注2：Mac OS、ColorSyncはApple Computer, Inc.の登録商標である。WindowsはMicrosoft Corporationの登録商標である。

1. 各PDLのカラーマネジメント

1.1 PCL

図1は、PCL形式のプリンタによって行われる色変換処理である。PCLの場合は、プリンタドライバからRGB形式のデータが出力され、プリンタ側でRGBからCMYKへの変換が行われる。PCLは、Windowsの描画コマンドであるROP3（パターン、ソース画像、デスティネーション画像の重ね合わせの方法で256通りの組み合わせがある）がサポートされているが、この描画処理はRGBでの処理を前提として考えられたものであるため、通常はRGBあるいはCMYの色空間で

処理を行う必要がある。もしCMYKの色空間でROP処理を行った場合、RGBで行った場合との結果が異なるケースもあり、モニタ上と印刷結果で色が違ってしまふ。PCLにはこのような特徴があるため、設計を行う上で次の点が重要なポイントとなる。

- (1) プリンタ側で処理できる入力側の色空間はRGBだけである。
- (2) ROP3処理を適切な場所（色空間）で行う必要がある。

1.2 PostScript

図2は、PostScript形式のプリンタによって行われるカラーマネジメントである。PostScriptの場合は、異なる複数の色空間を持っていること、色変換処理方法についてPostScriptの言語仕様に詳細に規定されていることなどが特徴である。異なる複数の色空間とは、デバイスに依存した色空間（RGBやCMYK色空間）とデバイスに依存しない色空間（CIE色空間）である。デバイスに依存しない色空間で指定された色は、カラーレンダリング辞書（以下CRD）と呼ばれるPostScript独自のカラーテーブルによりデバイスカラーへ変換される。OSのカラーマネジメント機能を使用する場合、PC側でRGBからCMYKへの変換を行いCMYKの色空間でプリンタへデータを送信する

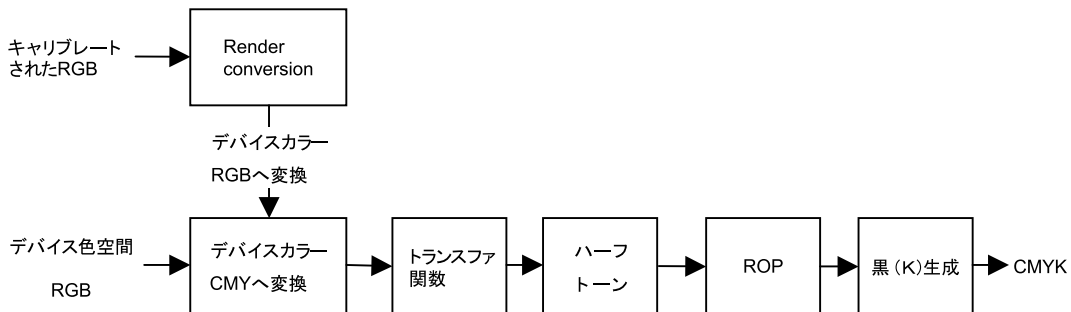


図1 PCLにおける色変換処理
 Fig. 1 Color conversion processing of PCL.

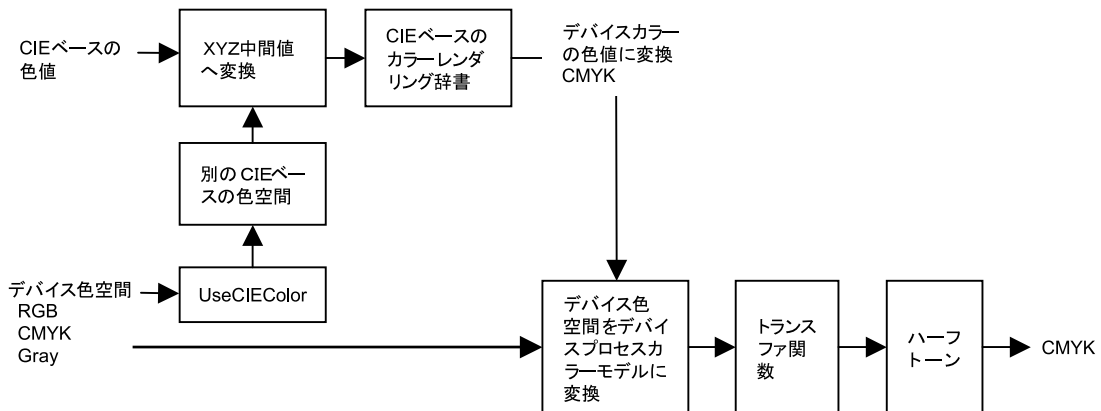


図2 PostScriptにおける色変換処理
 Fig. 2 Color conversion processing of PostScript.

方法と、ICCカラープロファイルから作成したCRD形式のカラーテーブルをプリンタへ送信し、RGB又はCIE色空間のデータをプリンタ側で色変換処理する方法がある。以上から、PostScriptでは次の2つが重要となる。

- (1) 異なる複数の色空間に応じた色変換処理を行う。
- (2) CRDでの色変換処理に対応する必要がある。

2. カラープロファイル

カラープリンタの画質を決める重要な要素の1つにカラープロファイルがある。図3は、カラープロファイルによる色変換を示したものである。モニタ上に表示されるRGBのデータから、プリンタで使用されるCMYKのデータへ変換する場合、使用しているモニタの表示特性を持ったモニタ用の入力プロファイルと、プリンタの印刷特性を持った出力プロファイルが必要となる。モニタ用のRGBデータは、入力プロファイルの特性に基づいてデバイスに依存しない色空間Labへ変換される。次に、このLab値から最も近い値を出力プロファイルから選択しCMYKデータを算出する。モニタ等の入力プロファイルは通常、計算式によってRGBからLabへ変換される。一方、プリンタ等の出力プロファイルはルックアップテーブルによりLabからCMYKへ変換が行われる。出力プロファイルは次のような手順で作成される。まず、実際に使用するカラープリンタで複数のカラーパッチ(メーカーにより異なるが、通常は1000パッチ前後)を印刷する。次にカラーパッチを測色器で測定し、各カラーパッチのLab値を得る。この測定結果に基づき、Lab値にマッチするようにCMYKの配分を調整し、各Lab値のCMYKデータを生成する。現在では、多数のメーカーからプロファイルを作成するための測色器やソフトウェアが提供されており、比較的簡単にプロファイルを作成することができる。しかし、実際には色々な画像

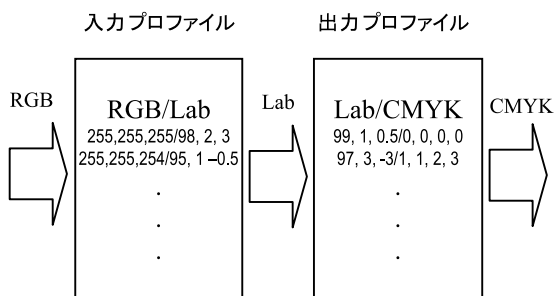


図3 カラープロファイルによる色変換
Fig. 3 Color conversion processing by color profile.

データを印刷した場合、部分的な色の調整が必要となりプロファイルの修正と画質確認を繰り返すことになる。また、この修正作業の間、常にプリント出力を一定のレベルに保つことが必要である。さらに、カラープロファイルは用紙毎に作成する(印刷した色は用紙の種類によって異なるため)場合や印刷するドキュメントの種類(写真, グラフィックス等)によって複数作成することもある。以上のように、精度の高いカラープロファイルを生成するには多大な工数が必要となる。

3. システム構成

2つの異なる言語を搭載したカラープリンタでは、PDL毎にカラーマネジメントシステムの設計を行う必要が生じる。ところが、各々のPDLに異なる色変換モジュールや出力プロファイルを作成すると開発工数の増大を招くため、できる限りモジュールの共通化を図ることが重要となる。例えば、PCLではRGBからRGBへの変換モジュールを採用し、PostScriptでは、RGBからCMYKの色変換モジュールを採用すると、同じカラープリンタでありながらRGBベースの出力プロファイルとCMYKベースの出力プロファイルの作成が必要となり、出力カラープロファイルを各々のPDLで作成する必要が生じる。図4は、PCLとPostScriptを搭載したカラープリンタで、色変換処理の共通化を図ったものである。このシステムでは、ICCに準拠した色変換モジュールを採用し、入力及び出力プロファイルにICCフォーマットのカラープロファイルを使用できるようにした。この結果、PCLとPostScriptのRGB色空間について色変換処理部分とカラープロファイルを共通化することが可能となった。また、PDL用に開発した出力プロファイルをPC側のカラーマネジメントシステム用の出力プロファイルとして使用もできる。

- 図4での重要なポイントは、次のとおりである。
- (1) PCLでCMYKのカラープロファイルを採用することにより、RGBからCYMKへの変換を行う。
 - (2) ROP3処理をRGB側で行う。
 - (3) PostScriptのRGB色空間は、PCLと同じカラープロファイルを使用する(RGBからCMYKへの変換処理)。
 - (4) PostScriptのCMYK色空間は、色変換処理を行わずそのまま処理する(UseCIEColorは使用しない)。
 - (5) PostScriptの場合、CIE色空間についてはCRDでの色変換処理を前提としているため、PostScriptのカラーマネジメントに準拠した色変換モジュール

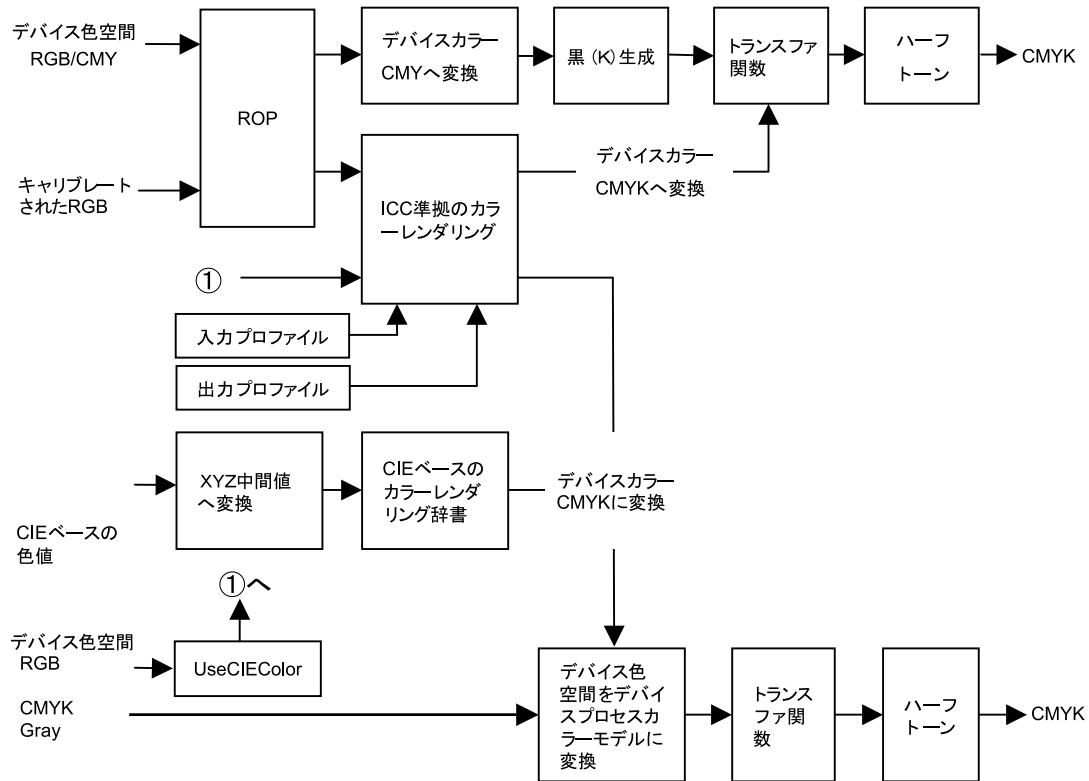


図4 PCLとPostScriptの色変換処理を共通化した場合
 Fig. 4 When color conversion processing of PCL and PostScript is shared.

での処理を行う。このときに使用するカラーテーブルは出力プロファイルとし、ICCフォーマットからCRDフォーマットへ変換したものを使用する。

このように、色変換処理及び出力プロファイルを共通化すると、2つの異なるPDLを搭載したカラープリンタであっても1つの出力プロファイルを作成すればよいことになる。

むすび

以上、代表的な2つのPDLにおけるカラーマネジメントシステムの組込み方法について解説した。各PDLの特徴を把握し、色変換処理やカラープロファイルを共通化することにより、開発期間を短縮するこ

とが可能となる。今後、オフィス向けのカラープリンタでも高速化及び高画質化が求められると予想されるため、これらに向けたカラーマネジメントシステムの検討を進めていきたい。

参考文献

- 1) Hewlett-Packard Company, PCL 5 Color Technical Reference Manual (1994).
- 2) Adobe Systems, PostScript®リファレンスマニュアル 第3版, 株式会社アスキー(2001).
- 3) ICC Profile Specifications,(オンライン) <<http://www.color.org>>, (2004).

(2004年6月1日受理)