

AccurioJet KM-1 の高画質化, 高信頼性技術開発

The AccurioJet KM-1 Digital Inkjet Press: High Image Quality for the Commercial Printing Industry

水谷 敏 幸*
Toshiyuki MIZUTANI

平本 健一郎*
Kenichirou HIRAMOTO

小幡 満*
Mitsuru OBATA

高林 敏行**
Toshiyuki TAKABAYASHI

平野 肇志**
Tadashi HIRANO

要旨

近年, IT技術の普及や環境意識の高まりにより, 商業印刷分野を取り巻く環境は変化している。この変化に対応し, 商業印刷分野に参入すべく我々はデジタルインクジェットプレス AccurioJet KM-1 を開発した。

我々は商業印刷分野に参入するための必達項目として

- ①オフセット印刷機相当のメディア搬送安定性,
- ②オフセット印刷機で用いられているメディアを包含する用紙適性,
- ③既存の後加工機との連携,
- ④両面印刷を含む商業印刷に適した高い生産性,
- ⑤オフセット印刷機相当の高画質, 高信頼性

の5つの項目を掲げ取り組んできた。

本稿では, この AccurioJet KM-1 に搭載された技術の中でも, ⑤オフセット印刷機相当の高画質, 高信頼性を達成するための技術開発の中から, 文字細線化技術, 高色域化技術, リアルタイムスジ補正技術を取り上げ解説する。

Abstract

In recent years, the spread of IT technology and the growth of environmental concerns have brought great changes to the commercial printing industry. In response, we have developed the digital inkjet press AccurioJet KM-1 to serve the commercial printing field.

Entering the field of commercial printing, we set five objectives in designing the AccurioJet KM-1:

- (1) Media transport must match the stability of offset printing machines;
- (2) The printer must be capable of handling the entire variety of media used in offset printing;
- (3) The printer must be compatible with existing post-processing equipment;
- (4) The high productivity characteristic of commercial printing must be matched; and
- (5) The high image quality and reliability of offset printers must be achieved.

In the AccurioJet KM-1, the technologies employed in targeting these objectives include character thinning technology, wide color gamut technology, and real-time streak-correction technology.

In character thinning technology, pixel shading is performed so as to compensate for the inherent differences in the printing properties of printed black lines and the white spaces between them when those lines and spaces are especially thin. In that situation, printed black lines tend to be thicker than desired, while the white spaces are thinner than desired. Compensating for this results in printed characters that are highly readable, regardless of media type.

A wide color gamut has been achieved by employing highly transparent UV-curable ink and a simple color mixture model in which a nonlinear response to the mixing of colors is taken into account according to the Beer Lambert law.

Real-time streak correction is achieved by using an in-line scanner to monitor in real-time the generation of streaks due to defective nozzles, so that adjacent nozzles effectively compensate for a defective nozzle.

* 情報機器開発本部 第1製品開発センター 第13製品開発部

** 材料・コンポーネント事業本部 IJコンポーネント事業部 開発部

1 はじめに

近年、ITの普及に伴い、ダイレクトメールのパーソナライズ化や個人向けフォトアルバムなどの印刷目的の多様化、環境意識の変化に伴う在庫レスやオンデマンド印刷等の短納期化等、商業印刷を取り巻く環境が変化している。

この商業印刷分野へ参入するための必須要件として、①オフセット印刷機相当のメディア搬送安定性、②従来オフセット印刷機で用いられているメディア用紙適性、③既存の後加工機との連携、④両面印刷を含む商業印刷に適した高い生産性、⑤オフセット印刷機相当の高画質、高信頼性、の5つの項目を掲げ取り組んできた。これら5つの要件をすべて満たしたインクジェットプリンタが、2016年上市したデジタルインクジェットプレス AccurioJet KM-1 (以下KM-1) である (Fig. 1)。



Fig. 1 The AccurioJet KM-1, on the market in 2016.

KM-1は小森コーポレーションとの共同開発により、商業印刷分野において非常に信頼性の高いグリッパータイプのメディア給送機を採用することで、オフセット印刷機相当のメディア搬送安定性を確保した。また非常にユニークな新規UV硬化型インクを用いることで、印刷業界で用いられている幅広い種類のメディアに対して生産性を低下させることなく印刷することを可能にし、高い両面印刷適性や後加工適性を達成している。KM-1のその他の特徴に関してはTable 1にまとめた。

本稿ではKM-1の特徴のうち特に高画質、高信頼性を達成する技術開発の中から文字細線化技術、高色域化技術、リアルタイムスジ補正技術を取り上げ解説する。

Table 1 AccurioJet KM-1 specifications.

Media transport	Gripper
Media	Coated, uncoated, embossed, synthetic
Media thickness	Simplex: 0.06 – 0.60 mm Duplex: 0.06 – 0.45 mm
Media size	B2 wide (585 x 750 mm)
Print speed	Simplex: 3,000 sheets/hour Duplex: 1,500 sheets/hour
Resolution	1,200 x 1,200 dpi
Color	C, M, Y, K

2 搭載技術

2.1 細線化技術

一般的にインクジェットプリンタにおいて、画素に対するドット径サイズが相対的に大きいため入稿画像と同じ濃度を表現するには適正な濃度を表現するように画素を調整する必要がある。

Fig. 2 にKM-1で計測した線幅の測定結果を示す。Fig. 2 (A) は、白の背景に黒画素の画素数を変化させたときの黒線幅をその画素数に応じてプロットしたもので、Fig. 2 (B) は黒の背景に白画素の画素数を変化させたときの白線幅をその画素数に応じてプロットしたものである。これらの測定はコート紙、非コート紙を含む5種類のメディアに対して測定した。この結果から、黒画素線幅、白画素線幅を問わず、画素数の増加に対して単調に線幅が増加していることがわかった。

またFig. 2 (A), (B) において、黒破線はそれぞれの画素数で本来再現されるべき理想的な線幅を示している。この破線と印刷した白画素線幅、黒画素線幅を比較した結果、印刷した黒画素線幅はその画素数にかかわらず理想線幅から20 μm 程度太く印刷され、逆に印刷した白画素線幅は理想線幅から20 μm 程度細く印刷されていることがわかった。KM-1では理想的な黒画素線や白画素線を再現するために、この特性をキャンセルするようにピクセルシェーピングを実施している。

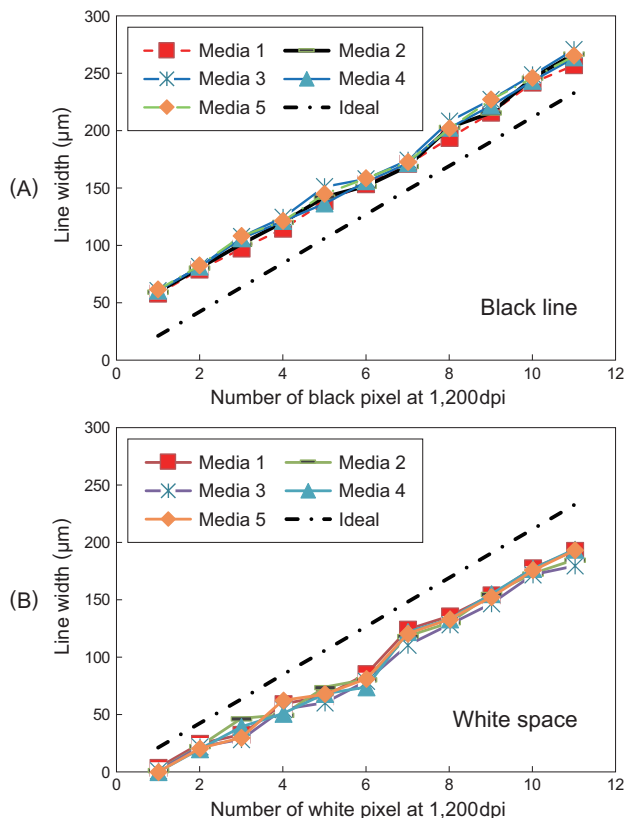


Fig. 2 Measured widths of white spaces and black lines printed with a conventional printer.

The black lines (A) are 20 μm thicker than desired, while the white spaces (B) are 20 μm thinner than desired.

Fig. 3は実際にKM-1を使ってコート紙、非コート紙に対して3pt文字を印刷したときの入力画像と印刷画像の比較再現性を示した。ピクセルシェーピングの結果より、KM-1はメディア種にかかわらず高い可読性の文字品質を達成できた。

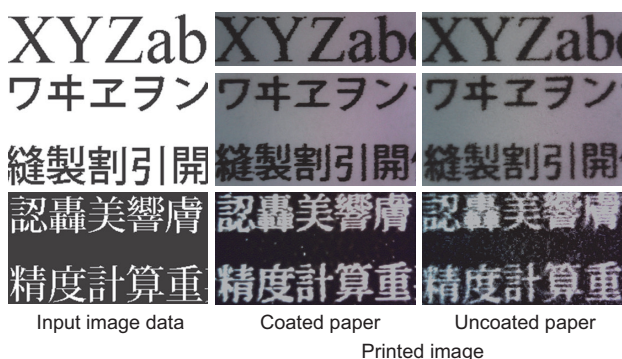


Fig.3 The input of three-point character image data and resultant images printed on coated and uncoated paper. Both black characters and white characters are highly readable on all of the types of paper displayed.

2.2 高色域化技術

商業印刷分野においては、従来オフセット同等以上の色域が求められる。KM-1で採用したUV硬化インクは非常にインクの透過性が高く、Lambert Beerの法則に混色時の非線形応答を考慮したシンプルなモデルで色予測が可能であることがわかった。我々はこのモデルを使ってKM-1の色材選択を行っている。具体的にはワイヤーバーで塗布したインクの反射スペクトルを測定し、そのスペクトルを重ねたときの反射スペクトルを上記モデルで算出することで、迅速に広い色域を再現できる顔料の組み合わせを見出した。Fig. 4はKM-1で印刷したときの色域とJapan Color 2011の色域を a^* - b^* 平面上に投影したもので色域をほぼ包含していることがわかる (Fig. 4)。

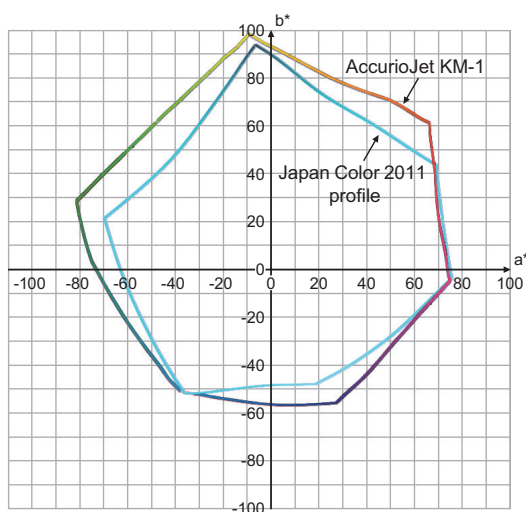


Fig. 4 Color gamut of the AccurioJet KM-1 and Japan Color 2011 profile. Employing a highly transparent UV-curable ink and a simple color mixture model matched to the ink achieves a color gamut wider than the Japan Color 2011 profile.

またUV硬化型インクの特徴であるインクの速乾性の特徴により、水系高速インクジェットプリンタでは再現が難しかった $L^* < 30$ の領域においても、非常に豊かな色表現が可能になった。このようにハイライト部からシャドー部までの全色域において彩度方向に色域を広げることにより、KM-1では4色印刷機にもかかわらずPANTONE® PLUSで約72%の色域を再現可能である。

2.3 リアルタイムスジ補正技術

多数のノズルを使用するシングルパス方式のインクジェットプリンタにおいては、射出不良発生確率は一定量存在し、KM-1も例外ではない。そこでKM-1では射出不良によるスジの発生状況をリアルタイムで検知する機能を搭載した。Fig. 5に全体のフローを示す。

スジは画像後端部にカラーバーを印刷することで顕在化させ、それをKM-1に内蔵されているインラインスキャナによって監視する。一度スジを検出すると次の印刷ではスジを発生させている射出不良ノズルを特定するためのチャートを印刷し、インラインスキャナで解析して射出不良ノズルを特定する。印刷データ生成部では、インラインスキャナによる射出不良ノズルの検出結果を受け、射出不良ノズルで印刷するはずであった印刷データを射出不良でない隣接ノズルに、ドットの種類、印刷時のハーフトーンパターンを考慮し再配置する。こうすることで即座に印刷画像を処理し、スジの検出から補正された画像の再印刷まで数秒以内で処理することを可能にした。

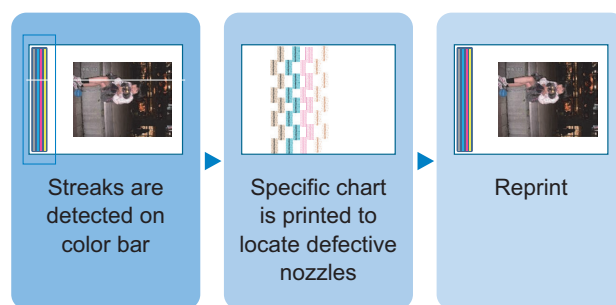


Fig. 5 Real-time nozzle compensation.

A color bar beside the image allows the monitoring of streaks with an in-line scanner. When streaks are detected, a specific pattern is printed to locate defective nozzles. The nozzles adjacent to the defective nozzles are assigned to compensate for the defective nozzles, and the image is printed again. This process takes only a few seconds.

画像後端部に付与したカラーバーは、スジが検出しやすい階調を選択している。Fig. 6にその一例を示す。これはコート紙上に印字する画像に意図的にスジを発生させ、スジのコントラストがインラインスキャナ上のコントラストでどの程度得られるかを測定したものである。このインラインスキャナ上のスジのコントラストを一定以上の明瞭さで確実に検出することで、高い検出精度を実現した。

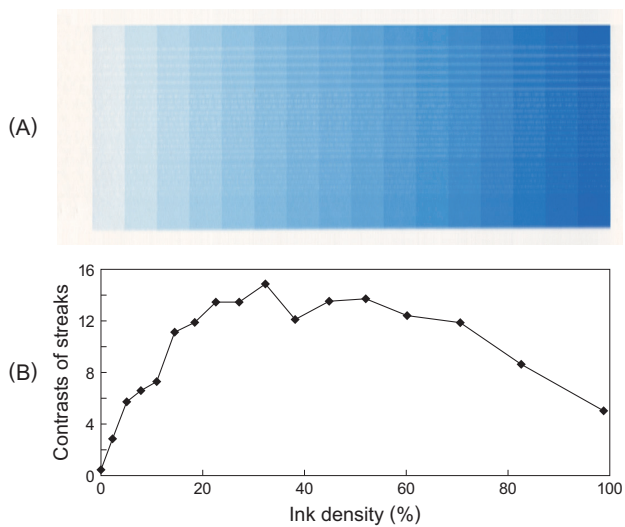


Fig. 6 A printed color bar with streaks and the contrasts of those streaks. (A) A color bar with streaks is printed with ink densities of 0 % to 100 %, from left to right. (B) Contrasts of streaks on the color bar are measured with an in-line scanner. The graph shows that streaks can be detected at high contrast for most ink densities, meaning that streaks can be detected with high precision.

3 おわりに

商業印刷領域においては、従来のアナログ印刷機と同等以上の画質，信頼性が求められており，本報告はそれらを達成する技術の一部である。

今後も画像品質のさらなる改良やデジタル印刷機の付加価値を高める技術開発を継続していく。