

V-3 カラー用フラッシュ定着技術の開発

戸野本 好弘、森 光広

富士ゼロックス（株）デバイス開発本部 マーケティングプラットフォーム開発部

1. はじめに

近年、電子写真プリンタの高速化、カラー化技術が急速に進み、新聞やService Bureauに代表される高速、大量印刷分野への展開がすすんでいる。これらの市場は膨大な印刷ボリュームを有し、非常に魅力ある市場である。この大量印刷分野においても、商品である印刷物の市場価値を高めるため、バリエブルデータのオンデマンド性、高生産性、媒体多様性、エコロジ性、カラー特性等、より多くの項目を同時に満たすことが強く要望されている。

当社では、これまでDocu Print 1100 CF（プロセス速度：86m/分）に代表されるフラッシュ定着方式の超高速モノクロプリンタを提供してきている。その印刷形態は、プレプリントされた印刷用紙にバリエブルデータを印刷するという、すなわち2つの異なるシステムを使い、お客様の商品である印刷物を創りだすものである。しかし、最近の急速なデジタル化によって、この分野においても1つのシステムで印刷処理できるカラーシステムの構築が切望されている。そこで、我々はこの要望に応えるゼログラフィーフラッシュ定着方式世界最高速フルカラープリンタ『Fuji Xerox 490/980 Color Continuous Feed Printing Systems』（以下490/980CCFと呼ぶ）を開発した。Fig.1に装置外観、Table 1に主な製品仕様を示す。



Fig.1 Appearance of 490CCF.

Table 1 Major Specification of 490/980 CCF.

Printer	
Item	Description
Print method	LED, Xerographic system 4-drum tandem method
Resolution	600dpi
Photoreceptor	a-Si drum
Development	Dry-type double-component, multiple magnetic brush development
Fusing	Flash Fusing
Continuous print speed*	900 pages/minute (duplex) 450 pages/minute (simplex) Transport speed of continuous form media: 69m/minute* at A4*2up, 18-inch-wide paper
Media type	Pinless continuous form paper (1P) Note: Use of Pre/Post Processors is mandatory.
Media size	Width: 15-inch to 19.5-inch (Maximum print width: 19-inch)
Media weight	64g/m ² ~ 160g/m ²
Printer size (WxDxH)	5,000x1,800x2,100mm 5,800kg

2. 490/980CCF の概要

(1) 製品コンセプト

Fig.2に、490/980CCFのターゲット市場を示す。ユーザ企業では、商品のライフサイクル短縮により、商品やサービスを素早く顧客へ提供する必要と、マーケティングからパーソナライズへの市場変化に対応する必要に迫られている。このような市場の変化を受け、490/980CCFの最大のコンセプトは、印刷処理速度の高速化によって、新聞やフリーペーパー、Service Bureau市場への参入などを通じた“量の拡大”と、カラー化や高画質化などでの差別化によるドキュメントアウトソーシングセンターや、one to oneマーケティングの活用での“コミュニケーションの質の向上”との2つを軸に、その双方を高めるビジネスを提案、一人ひとりにとってより良いコミュニケーションを実現することにある。

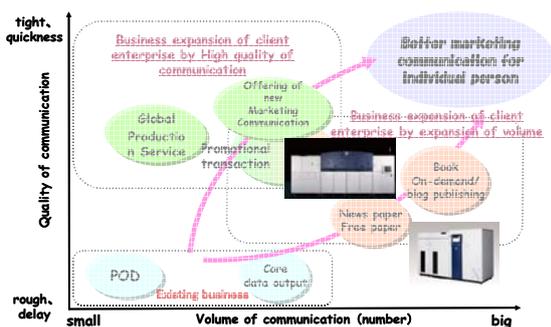


Fig.2 Concept of 490/980 CCF Market.

(2)製品の特徴

① これまで培われてきた高生産性確保のための先端技術を結集していること。その内容は、高生産性を実現する「フラッシュ定着」、高速カラー画質の安定化を実現する「プロダクションカラー技術」、高生産性のための安定した用紙搬送を実現する「コンピュータプリンティング技術」の3つである。特に、高速用紙搬送性に有利な非接触フラッシュ定着方式を採用していることで、69m/分という高速フルカラー印刷を可能としている。製品としては、ロール給紙装置から給紙された用紙に、1台目のプリンタでは、表面のデータを印刷し、2台目のプリンタでは、「面付け」状況の確認をして裏面のデータを印刷することで、両面カラー印刷を実現し、重連システムの980CCFを提供している。

② 画像形成材として、ドライトナーを採用している。このドライトナーにより、普通紙のほかに薄紙やシールハガキなど、さまざまな媒体に高品質の印刷ができ、特に、用紙サイズは19.5インチのピンレス連続印刷幅広用紙に対応しており、これによりA5サイズや6×9インチサイズの印刷物の3UP印刷を可能にしている。

③ 超高速機で、600dpiの高解像度を実現していること等が挙げられる。

Fig.3に、装置断面図を、Fig.4に、重連システム概念図を示す。まず、装置構成としては、給紙装置から供給された用紙が、その搬送性を安定化させられる給紙ステーションを持つ。その後に、長寿命な α -Si感光体の周りに帯電幅約140mmのスコロトン帯電器、解像度600dpiのLED露光光学装置、3段マグネットロー

ルの多段現像器、用紙に直接逐次転写する転写ローラ、転写ローラの両サイドに紙のばたつきを低減するガイドローラなどを配置した、各色のゼログラフィユニットによってストレートパスの搬送路を通る間に、K⇒C⇒M⇒Yの順に用紙へダイレクト転写し、4色重ねられた粉像を用紙上に形成するプリントステーションを持つ。さらに、形成した粉像を一括にて定着するフラッシュ定着ランプを有する定着ユニットとプリンタ外へ用紙を排出する定着・排紙ステーションを持つ。この3つのステーションにて構成されている。なお、排紙された紙は、2台目のプリンタもしくは、排紙ユニットに送られる。また、重連システムについては、1台目と2台目の間に折り返しユニットと呼ばれる用紙反転機構を入れることにより容易に構成できる。

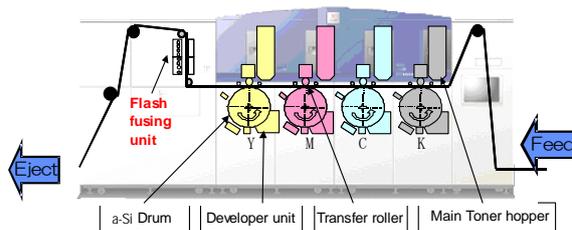
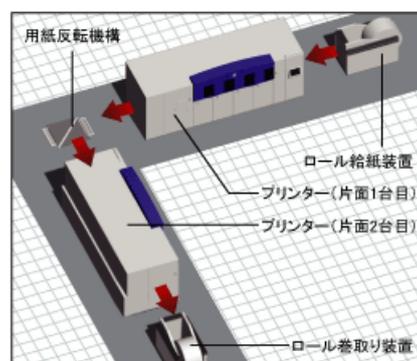


Fig.3 Sectional View of 490/980 CCF.



■ プリンターを2台繋げる重連システム

Fig.4 980 CCF (Duplex System).

3. フラッシュ定着の特徴

フラッシュ定着システムは以下の特徴を持つ定着法として知られている。Fig.5 に、フラッシュ定着とヒートロール定着システムの特質比較を示す。

①媒体多様性

印刷用紙と定着器が非接触のため、高速用紙搬送性に優れ、ジャム、しわ、カールが発生しにくい。使用可能な用紙としては、厚紙、薄紙、シールハガキ、微塗工紙、再生紙、凹凸のある紙、封筒、新聞紙など多様で、多くのニーズに対応できる。

②メンテナンス時間の短縮

ヒートロール定着システムの様なメカ駆動部がなく、定着器起因の故障が少ないこと、保守はランプの交換のみで良く容易である。また、非接触なため用紙ジャムも少なく、装置休止時間が短い。

③エコロジ性

電源投入後、直ちに稼働可能となり、待機電力やウォームアップ時間が不要なため、余分なエネルギーが少なく済む。

	Flash fusing	Heat roll fusing
Fuser unit structure	<p>フラッシュ定着方式 フラッシュランプ TONER IMAGE 紙</p> <p>フラッシュ光によるトナー定着のため、熱ローラーを要しない(非接触) 用紙へのストレスが最小 よれ、ゆがみがない</p> <p>シャープな 後処理への さまざまな 印字品質 負荷の最小化 用紙に対応</p>	<p>加熱ローラー定着方式 ハロゲンランプ ヒートローラー 用紙 プレスローラー トナー</p> <p>熱と圧力による定着 用紙に対する制限</p>
Advantage	High-speed applicability, wider media applicability, low running cost, ecology friendliness.	Possibility of down-sizing and simplification
Disadvantage	Large size, difficulty in adapting to color system	Narrower media applicability, curl, offset, quick-start
Applied products	High-speed printers	Low-to-mid volume office products, color products

Fig.5 Comparison between flash fixing and heat roll

4. カラー用フラッシュ定着の課題

①カラートナーの光吸収率が黒トナーに比べ大幅に低いと、満足する定着性が得られない。

カラートナーの光吸収率を上げるために添加する赤外光吸収剤を増量するとトナー色再現域が狭くなる。

「ボイド」と呼ばれるフラッシュ定着独特の画像欠陥が発生する。

②モノカラー部(トナー単層)以外にフルカラー部(ト

ナー積層)があるため、トナー付着量が増加することに起因するボイドの抑制と定着性の両立が難しいなど、多くの課題があり、その適用範囲は高速モノクロプリンタおよび低速のカラープリンタ¹⁾の領域に留まり、特に、ゼログラフィー方式高速フルカラーへの適用は至難とされてきた。

なお、ボイドとは Fig.6 に示すように、フラッシュ光の照射により発生する画像欠陥であり、そのメカニズムとしては、フラッシュ光により照射された光がトナーに吸収・発熱を行う際に、その発熱が特に過剰な場合顕著に、用紙やトナーに含まれる水分・空気などが蒸発し、用紙からの水蒸気等の突出や、熔融したトナーの表面張力によるトナー凝集によるものなどで、本来、トナーが付着しているべき部分に空隙ができる現象を呼ぶ。

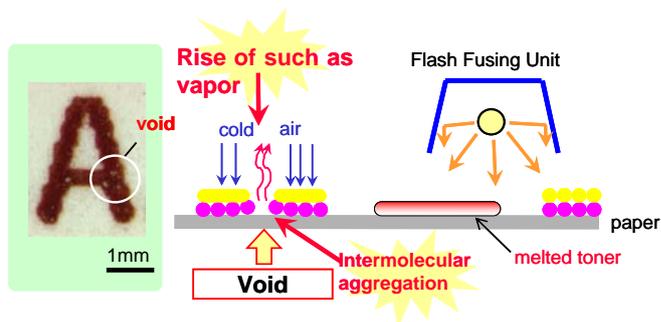


Fig.6 Mechanism of void.

5. カラー用フラッシュ定着への取り組み

Fig.7 に、用紙上トナーの伝熱の概略図を示す。490/980CCF はフルカラー機であるため、モノカラー部であるトナー単層の画像部と、フルカラーであるトナーが積層された、2次色3次色の画像部が共存する。2次色3次色の画像部では定着させるトナー量もモノカラー部の2倍以上となることもあり、トナー表層で吸収されたフラッシュ照射エネルギーがトナーと用紙との界面まで伝達され難い。

すなわち、フルカラー積層部の定着性を得るために、フラッシュ照射エネルギーを十分与えると、トナー単層の画像(特にクロトナー部)では、過剰な照射エネルギーとなりトナー層表面温度が『高く』なり、ボイ

ド発生の原因となる。また、逆に先ほど書いたように、単層部、特にクロトナー部を定着させる程度のフラッシュ照射エネルギーでは、積層トナー部で、エネルギー不足によって用紙界面温度が『低く』なってしまう、良好な定着性を得ることが出来ない。

このように、定着性の確保とボイドの防止の両立が非常に困難となる課題があった。

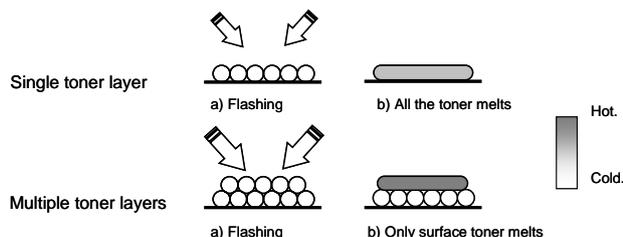


Fig.7 Heat transfer of a toner on the form.

6. フラッシュ発光システムの開発

(1) 定着性とボイド防止両立へのアプローチ

定着性とボイド防止の両立のためには以下の2点が重要である。

- ①ボイド防止のためには、トナー層表面の温度を『低く』する。
- ②定着性確保のためには、トナーと用紙の界面温度を『高く』する。

そこで、トナーに照射されるフラッシュ光に関し、トナー層および用紙内での光の散乱・吸収・反射モデルと非定常熱伝導モデル（これは、照射された光がトナーへ『反射・吸収』、吸収された光が熱へ『変換』され、熱への変換と同時に異相へ『伝熱・放熱』されることを基本としている）とを組合せたハイブリッドモデルを構築し、トナー層表面とトナー／用紙界面の温度について数値シミュレーションを実施した。

(2) Tremolo Flash Fusing

Fig.8～10 にシミュレーション結果を示す。

Fig.8, Fig.9 は、どちらも横軸に時間、縦軸に温度をとって、時間経過に対するトナー層表面・トナーと用紙界面・用紙裏面の温度を示すグラフである。

まず、Fig.8 では、フラッシュ発光を1回で発光さ

せた場合の各層での温度推移のシミュレーション結果を表している。これに対し、Fig.9 では、2回のフラッシュ照射に分割して発光させた時の、各層の温度推移のシミュレーション結果を表している。なお、この時のシミュレーションとしては、双方の用紙界面温度が同一になる条件としている。

この結果、Fig.8 の1回発光に対し、Fig.9 の2回分割発光の方が、トナー層表面温度が『低く』、なおかつ、トナー層表面と用紙界面の温度差が『小さく』なっていることが判った。

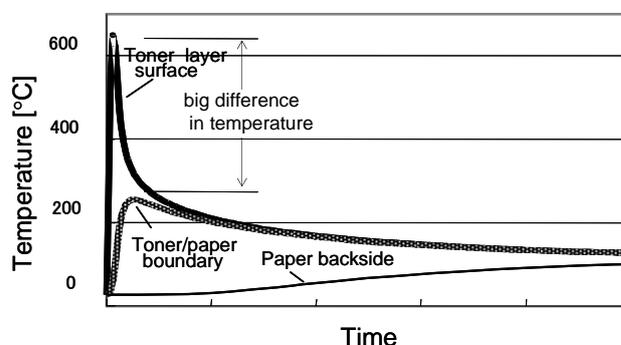


Fig.8 Fusing Simulation of single flash.

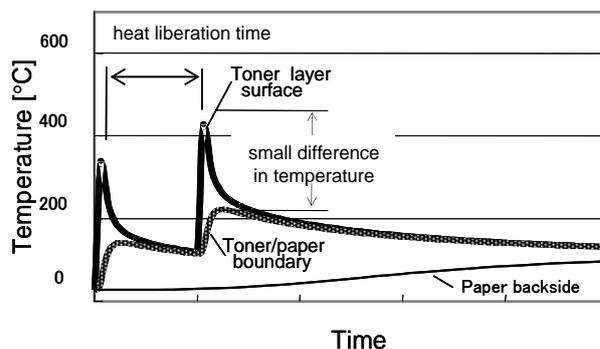


Fig.9 Fusing Simulation of fractioned flash.

次に、用紙界面温度について考察する。

Fig.10 は横軸に時間（放熱時間）、縦軸に用紙界面温度をとり、放熱時間に対する用紙界面温度の推移を示すグラフであり、放熱時間が短いほど用紙界面温度は『高く』、放熱時間が長くなるほど、用紙界面温度は『低く』なることが判った。

これらの結果、トナー層表面の温度を『低く』することでボイドを抑えるには、

⇒ 1回の照射エネルギー量を抑えるために、エネルギーを分割して照射する。

トナーと用紙の界面温度を『高く』し、積層したトナーでも十分な定着性を確保するには、

⇒ 放熱する時間を短くすることが望ましいため、エネルギー照射間隔を短くする。

以上のことが明らかとなった。

この数値シミュレーションでの結果は、実機を用いたモデル実験結果とも良く符合し、8本のフラッシュ定着ランプを複数に分割し、その各発光を短い間隔で分割点灯することで、定着性の確保とボイド発生の防止を両立する定着条件を確立することができた。なお、富士ゼロックスでは、この分割発光定着方式を TFF (Tremolo Flash Fusing) と称している。

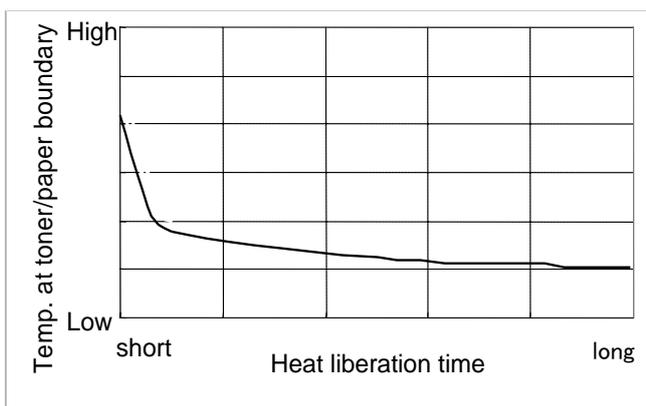


Fig.10 Simulation of heat liberation.

7. おわりに

今回紹介した、『Fuji Xerox 490/980 Color Continuous Feed Printing Systems』は、月の想定処理量を800万ページ/A4・月としている。現在、想定処理能力を超え、1000万ページ/A4・月の印刷を行っており、新たな市場への一端を担えるシステムであるものと考えている。

今後も、更なる高画質・高速化・高信頼性を求めながら、低コスト・エコロジ化を進め、より多くのお客様に満足いただけるように商品開発を進めていきたい。

参考文献

- 1) 青木義和, 玉置順一, 奥野祐介, 中山寛治: Japan Hardcopy 2004 論文集, 109-112, (2004)
- 2) 中村安成, 片桐善道, 戸野本好弘: 富士ゼロックステクニカルレポート No.16 2006, 29-35, (2006)
- 3) M.Katsukawa, 他: "High-speed Printing Technology in Electro photography", ICIS 2002 Tokyo, 600-601, (2002)
- 4) 勝川雅人, 櫻井英二: 第15回品質工学会研究発表大会 論文No.51, 194-197, (2007)

禁無断転載

2008年度「ビジネス機器関連技術調査報告書」 “V-3”部

発行 2009年3月
 社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会 (JBMA)
 技術委員会 技術調査小委員会
 〒105-0003 東京都港区西新橋三丁目 25 番 33 号 NP 御成門ビル
 電話 03-5472-1101(代表) / FAX 03-5472-2511