

(1) 高速カラーMFPにおけるコート紙対応技術

(採用機種：KONICA MINOLTA bizhub Pro C6500)

市原美幸

コニカミノルタビジネステクノロジーズ株式会社

機器開発本部 機器第1開発センター 第11開発部 第3開発グループリーダー

1. はじめに

印刷のオンデマンド化という市場ニーズの流れに対応して、電子写真技術をベースとしたデジタル出力機器の導入が進んでいる¹⁾。これらの用途では出力物を有価物として扱うケースが多く、より付加価値の高い出力物が生産できる性能が出力機器には求められる。例えば、高い画像品質に加えて、印刷物としてのバリエーションを豊富にするために普通紙だけでなくコート紙や極厚紙なども使えるように記録用紙の適応幅を広げる、断裁や製本などの後加工を行うために用紙上の画像位置精度を極めて高く安定にする、などがその要求例であり、これらに応えるために各種の技術開発が進められている。

今回開発したKONICA MINOLTA bizhub Pro C6500はA4サイズで毎分65枚の生産性を持つ高速カラーMFPで、様々なオプションのインライン仕上げ機と接続する事により、多様な製本や加工処理を施した出力物を一貫して生産可能なフルカラーオンデマンド印刷システムを構築できる特徴を持つ。本機は、記録用紙の適性拡大の中で特にニーズが高いコート紙への適応力を高めるため、給紙搬送、定着、画像形成等の作像プロセスに各種の技術対応を盛り込んで開発されている。

以下、KONICA MINOLTA bizhub Pro C6500のシステム構成の概要と、コート紙に対応するために開発した技術の一例を紹介する。

2. システム構成と主要な仕様

Fig.1にKONICA MINOLTA bizhub Pro C6500のシステム構成の外観写真を、Table1には本機の主要な仕様をそれぞれ示した。

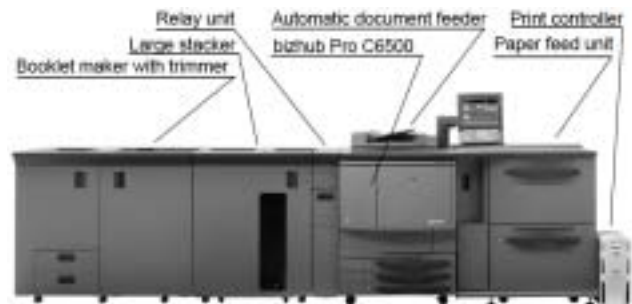


Fig.1 Outside view of KONICA MINOLTA bizhub Pro C6500 system.

本機は、大量給紙、自動原稿送り、平綴じ製本、中綴じ製本、折り・パンチ、排紙スタッカー、プリントコントローラなど各種オプション機器を用途に応じて組み合わせ、適切なシステムが構成出来る事の特徴の一つとしている。現時点で11通りのシステム選択が可能であり、将来はくみ製本装置を加えて22通りのシステム選択を可能とする予定である。Fig. 1は、3,000枚×2段の大容量給紙装置、自動原稿送り装置、中継ユニット、5000枚スタッカー、断裁機付き中綴じ仕上げ機、サーバー型の外付けプリントコントローラを装着した構成例である。

3. プロセス構成と特徴

Fig.2に本体の断面構造図を示す。

画像形成部は、Yellow、Magenta、Cyan、Blackの4色の作像部をそれぞれ個別に持つタンデム方式である。

各種オプション装置を接続した場合でもシステムの設置面積を極力小さく保てるように、画像形成部を垂直方向に配列する弊社独自の縦型レイアウトを採用している²⁾。

Table1 Main specification of KONICA MINOLTA bizhub Pro C6500.

Mainbody	
Copying method	Tandem intermediate transfer type electrostatic method.
Photosensitive material	OPC drum (60 mm)
Sensitizing method	2-beam laser scanning
Developer	2-componet dry type
Developping method	Magnetic brush
Toner	Polymerized toner (All color)
Resolution	Scanning 600x600 dpi Printing (Imageprocessing) 600x600 dpi (600x1800dpi)
Gradation	256 level
Maximum original size	303x438 mm
Printing paper size	Maximum (All tray) 330x487 mm Minimum (Bypass tray) Post card (100x148 mm)
Warm-up time	Less than 450 sec.
First copy time	Full color Less than 6.5 sec. Monochrome Less than 5.0 sec.
Copy/print speed	Full color (A4 size) 65 cpm/ppm Monochrome (A4 size) 65 cpm/ppm
Paper feed trays	3-tray / 1-by pass tray
Paper capacity	Tray 500 sheetsx3, 80 to 90 g/m ² By pass tray 250 sheetsx1, 80 to 90 g/m ²
Paper weight	Tray 64 ~ 256 g/m ² By pass tray 64 ~ 300 g/m ² Duplex / Reverse output 64 ~ 256 g/m ²
Automatic duplex	Stackless feeding system
Dimensions (WxDxH)	786x992x1056 mm
Options	
Print controller	Server type: Pentium4/3.2 GHz/ 65 ppm/ With scanner function.
Automatic document feeder	100 originals. With automatic original reverse function.
Large capacity tray	2500 sheets/ Coated paper available/Paper weight 64 ~ 300 g/m ² /Paper size Pspotcard ~ 330x487mm.
Paper feed unit	3000 sheets x 2/Coated paper available/Paper weight 64 ~ 300 g/m ² /Paper size Postcard ~ 330x487mm.
Dehumidifier heater	294W, 2-fans.
Staple finisher	50 sheets stapele, 3000 sheets stack tray, (Option: 2-holes punch unit) .
Booklet finisher	50 sheets stapele, 20 sheets stich-and-fold, 33 sheets folding, Three-folding, 2500 sheets stack tray, (Option: 2-holes punch unit).
Relay unit	De-curl, Paper cooling
Large stacker	5,000-sheet capacity and roll-out design makes it easy to move documents for nearline finishing or distribution and shipping.
Staple finisher	Provides multi-position stapling, 100-sheet staple capacity, and staple cutting function for varying staple length -- plus auto-shift sorting and grouping.
Booklet maker with trimmer	Center-staples up to 50 sheets for 200-page booklet-making -- with trimming and automatic image shift for perfect gutter alignment. Also enables nested bi-fold and letter fold printing.
Folding unit	Provides 6 folding types, including half fold, gate fold, letter fold-in, letter fold-out, double parallel fold and z-fold plus cover insertion and 2/3 hole-punch capability.

感光体はオーバーコート層を改良して耐刷性を従来機比で倍増した OPC ドラム、帯電はスコロトロン方式、露光は 2 ビーム半導体レーザーとポリゴンミラーによる走査露光方式である。

- ①Scanner unit
- ②Laser optical unit
- ③OPC drum
- ④Developping unit
- ⑤Charging unit
- ⑥Drum cleaning unit
- ⑦2nd transfer roller
- ⑧1st transfer roller
- ⑨Intermediate transfer belt
- ⑩Belt cleaning unit
- ⑪Fixing unit
- ⑫Automatic duplexing paper path
- ⑬Paper tray
- ⑭Bypass tray

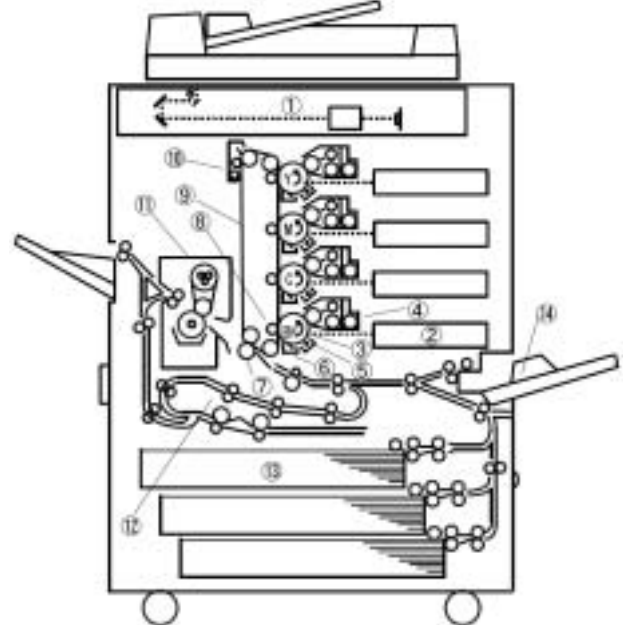


Fig.2 Cross-sectional view of main body.

現像は 2 成分磁気ブラシ現像方式で、高速での現像性を確保するため、感光体と現像ローラーの周速方向を逆転の関係とした。高カバレッジ画像を連続して現像しても画像濃度が安定するように、現像ローラーに供給される現像剤の経路と、現像後に現像ローラーから回収される現像剤の経路を分離して構成した。

トナーは、粒径の均質さと表面のスムーズさによりノイズ感が少ない画像が得られる独自の乳化重合方式製の低温定着用を新たに開発し、全色に採用した。毎分 65 枚以上の速度を持つフルカラー機での重合トナー採用は世界初である。

感光体クリーニングは滑材塗布ブラシとウレタンゴムブレード方式である。

転写は、ポリイミド系のベルトを使った中間転写方式で、1 次転写、2 次転写ともローラー静電転写方式である。ベルトクリーニングは、ウレタンゴムブレードと補助ローラーで構成した。

定着部は、トナー溶解に必要な熱供給を、基体、弾性層、高離型表層からなる 3 層構造のベルトで行う方式を採用した。加圧ローラーには加熱と冷却の機能を

持たせる事により、紙種に応じて素早く最適温度への切り替えが出来る構成とした。用紙分離機能は、トナー内部に均一に分散させた WAX と定着ベルト表層の高離型層によって実現する事により、画像のぎらつきやオイルムラの原因になる離型用シリコンオイルを使用しないシステムである。

4．電子写真機器におけるコート紙のニーズ

コート紙は、紙の繊維層の表面に白色顔料と樹脂バインダーを塗布して紙の表層の平滑性を高めた紙で、印刷ではインクの転写性向上による画質向上と、紙の光沢風合いによる高級感を得る等、出力物の価値を高める目的で使用される。コート層は片面のみに塗布したものと、両面に塗布したものがあり、表面光沢が高いものはグロスコート、光沢が低いものはダルコート、マットコートと呼ばれる。

一般印刷用のコート紙は、インクを使った印刷プロセスで最適な結果が得られるように開発されているが、電子写真プロセスには最適化されていないため、電子写真機器で使用すると画質向上や高級感を得る目的に反する結果となる場合がある。近年では電子写真プロセスに最適化したコート紙も開発されはじめたが、流通量や品種は一般印刷用に比べると少なく、用紙選択の自由度が少ない3)。電子写真プロセスのオンデマンド印刷機において一般印刷用コート紙を使用したいというニーズは、このような背景から生まれている。

以下、一般印刷用コート紙を含めてコート紙を電子写真プロセスで使用する際の課題を、給紙、定着、画像形成などの作像プロセス毎に例示しながら、本機で開発したコート紙への適正向上技術の一例を紹介する。

5．コート紙の適性向上技術

5．1 給紙搬送部の課題と対応技術

紙束を高湿環境に放置すると、表層の紙が湿度の影響で変形する。この時、通気性が低い紙種は変形で生じた用紙間の負圧緩和に必要な空気の流入が妨げられるため、用紙間の吸着力が増大する事が知られている。

Table2 は、紙の通気性指標である透気度と 30

Table2 A measurement sample of air permeability and adhesive force between paper.

Paper type	Paper name	Air permeability (Sec)	Adhesive force between paper (N)
Coated	A	663	2.9
	B	7738	6.9
	C	10324	14.7
	D	11832	13.7
Non-coated	-	10-40	0.1

80%RH の環境下における用紙間吸着力の関係を測定した例である。非コート紙は通気性が高く、用紙間吸着力が低い。コート紙 A、B、C、D はコート層が通気性を妨げるため、用紙間吸着力が高くなる事がわかる。用紙間吸着力が高くなると用紙を 1 枚ずつ捌いて給紙する事が困難になり、重送やノーフィードなどが発生しやすくなる。このようなメカニズムによる高湿環境におけるコート紙の重送やノーフィードを防止するため、温風エアーによる捌きアシスト機構などが提案されている 4)。

本機では、オプションの大容量給紙装置の給紙機構において、密着しやすいコート紙の捌き性を向上するため、積載した紙の側面から空気を吹き付けるエアーアシスト機構を設けるとともに、高湿環境でコート紙を使用する際に機内の相対湿度を制御するための高出力のファンヒータをオプションで設定した。Fig.3 にこれらが装備されたトレイの内部斜視図を示す。

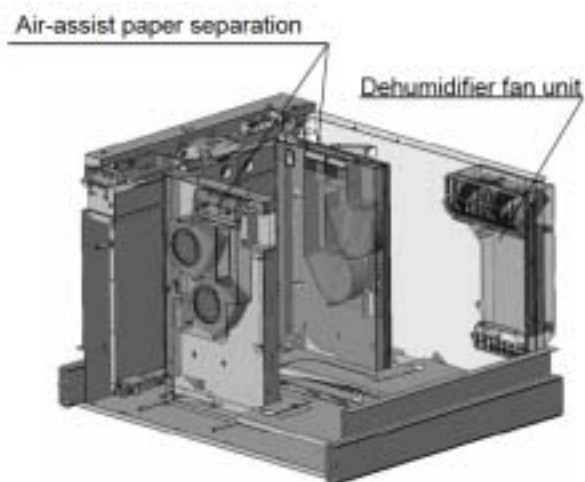


Fig 3 Perspective view of paper tray being adopted to the Paper Feed Unit.

エアアシスト機構は、薄紙から厚紙まで捌きに適切な風量が得られるように、紙坪量に応じてファン風量を切り替えるよう構成した。さらに厚紙では、ファン吸入側のエアシャッターを一定の時間間隔で閉鎖する事により、風速に強弱の揺らぎを与え、重い用紙の間に捌きエアが入りやすいようにした。

エアアシスト機構は用紙の捌き性能を向上させる反面、風で用紙をばらけさせるため紙の位置が1枚毎に変動しやすくなり、印刷物の断裁や加工に必要な紙と画像の位置精度が不安定になる場合がある。本給紙装置ではこれを回避するため、紙をローラーにグリップして搬送する経路に、紙の曲がりを矯正するレジスト機構を設けるとともに、用紙の端部位置を1枚毎に密着イメージセンサーで検出し、用紙の位置に合わせて作像位置をリアルタイムで制御する機構を搭載した。用紙の位置に応じた作像位置の補正制御は、表面の画像だけでなく裏面に記録する画像にも行えるように本体の自動両面用紙搬送部にも同じメカニズムを搭載し、紙と画像の位置の安定性を確保している。

高温環境でのコート紙の紙間吸着に対しては、給紙装置に設けられた機内外の温湿度センサーにより環境条件をモニターし、高温環境を検知した場合には高出力ファンヒータを動作させてトレイ内の相対湿度が一定以下になるように制御して、紙間吸着力の上昇を防止した。これにより、1段当たり3000枚という大容量のトレイでも、環境によらない安定したコート紙の給紙性能を確保する事ができた。本給紙装置ではこれらの対応に加え、重送が発生した場合に製本冊子に白紙が混入して「全数検品」となる問題を未然に防止するため、用紙搬送経路に超音波による重送検知を設け、出力物の品質確保に万全を期すように構成している。

5.2 定着部の課題と対応技術

定着部において一般印刷用コート紙を使用する際に発生する代表的な課題として、ペーパーブリスタとトナーブリスタという現象がある。どちらも、前述したコート紙の通気性の低さが原因で発生する。

ペーパーブリスタは用紙基材に含まれる水分が定着

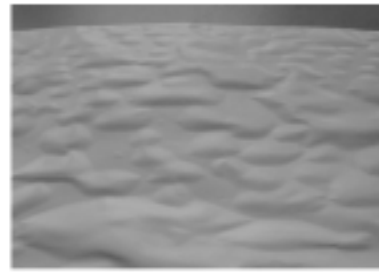


Fig.4 A photo of paper blister phenomenon.

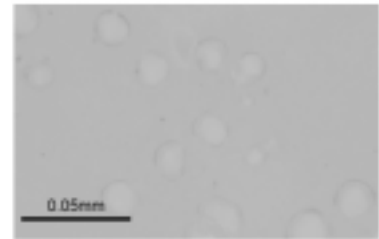


Fig.5 A photo of toner blister phenomenon.

の過剰な熱によって気化してコート層を水ぶくれ状に押し上げてしまう現象で、Fig.4に発生時の用紙表面状態の写真を示した。

トナーブリスタは、ベタ画像部のトナーが溶融する際にトナーの水分やトナー層中の空気の水分が定着の過剰な熱で気化し、溶けたトナー層表面から細かい気泡となって逃げる現象である。コート紙はコート層が紙基材側に空気が抜ける事を妨げるため発生しやすい。Fig.5に発生時の画像表面部の拡大写真を示す。

これらを発生させないためには、トナーを溶かして水分はなるべく気化させない低温領域を使用して定着する必要がある。本機では、新たに開発した低温定着可能な重合トナーと、用紙のサイズや坪量に応じて加熱条件を細かく、かつ応答良く制御可能な、以下に述べる定着システムの採用によりこれを達成した。

Fig.6に本機の定着装置の断面模式図を示す。トナーを溶かすために必要な熱量は、熱容量が比較的小さいベルトによって供給する事により系の熱応答性を高め、ヒーター内蔵のローラー加熱方式に見られるオーバーシュートなどによる過剰加熱が起らない構成を採用した。これにより定着ローラーには耐熱温度が低い柔らかいゴム材料が使えるようになり、圧力でニップ幅を広げる事により低温でも十分な熱量供給が可能

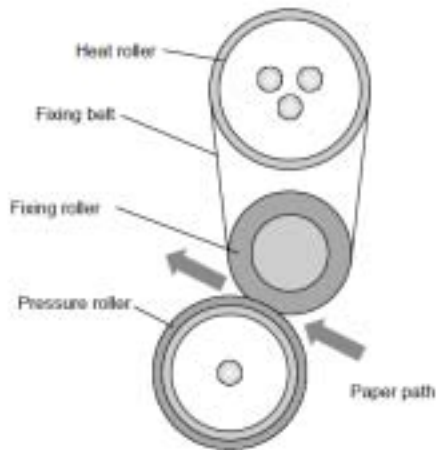


Fig.6 Sectional diagram of fixing unit.

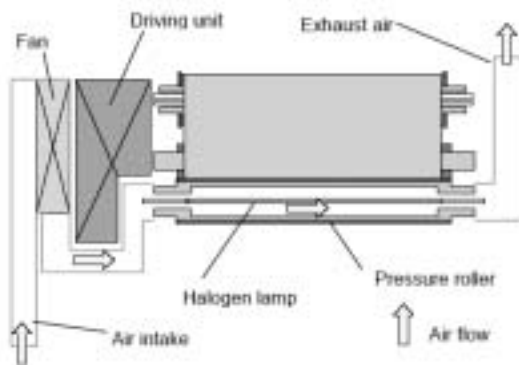


Fig.7 Schematic diagram of fixing unit.

となった。さらに加圧ローラーからの熱供給が紙基材を過剰に加熱しすぎないように、トナー層を溶かすベルトの表面温度より加圧ローラーの表面温度を低く設定した。この温度差を維持するため、加圧ローラーの芯金パイプにはハロゲンヒーターを内蔵するとともに、ファンで機外から吸気下冷却エアも流せる構造として、加熱と冷却を制御できる構造としている。Fig.7 に定着装置の横方向断面図として、下加圧ローラーの断面構造を示した。

5.3 画像形成部の課題と対応技術

電子写真プロセスでは、現像剤が攪拌や熱のストレスを受けて劣化すると、十分に帯電されないトナー粒が増加し、画像情報がない領域にランダムに付着して画像かぶりを生じる事がある。

非コート紙では、平均粒径 $6\mu\text{m}$ のかぶりトナーは紙の繊維層の間に入り込み、定着時に定着ベルトから

Table3 A measurement sample of mean diameter of fog toner on different type of papers.

Paper type	Paper name	Mean diameter of fog toner (μm)
Gloss coated	A	21.6
	B	17.2
	C	17.7
Matt coated	D	14.2
Non-coated	E	10.8
	F	9.7
	G	11
	H	11.5

加圧力を強く受けずに定着される。しかしコート紙の場合は表面が極めて平滑な樹脂層であるため、 $6\mu\text{m}$ のかぶりトナーといえども定着ベルトからの加圧力を直接受けるため、紙の樹脂層上に押し広げられて定着される。Table3 は、上市されている電子写真装置において、定着通過後のコート紙と非コート紙上のかぶりトナーの直径を測定した例であり、コート紙上ではおしなべてかぶりトナー径が大きくなっている事がわかる。非コート紙上とコート紙上のかぶりトナーの平均粒径比は約 1.6 倍である。トナー粒の紙上の面積をカバリングパワーと仮定すれば、コート紙上の画像かぶりは非コート紙に対し約 2.6 倍目立ちやすいと言える。

さらに用紙へのトナー転写をローラー静電転写方式で行うシステムの場合は、表面が平滑なコート紙では転写性が高くなり、かぶりトナー粒も転写されやすくなる。上市されているローラー静電転写方式の機械でかぶりトナーの数をコート紙上と非コート紙上で比較したところ、コート紙上では約 2 倍付着数が多いという結果も得られた。Fig.8 にコート紙上と非コート紙上の定着後のかぶりトナーの拡大写真を示す。非コート紙上に比べてコート紙上のかぶりトナーは明らかに数が多く、径も大きく、目立つ様子がわかる。

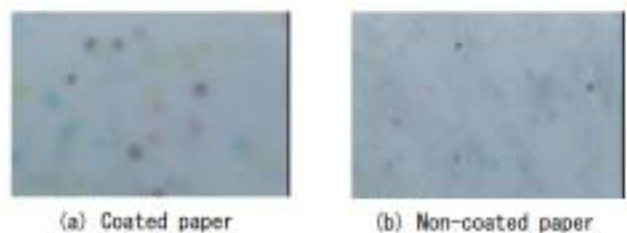


Fig.8 Photos of fog toner being fixed on paper.

以上より、電子写真機器でコート紙を使って印刷するシステムでは画像かぶりの発生を抑制する事が課題であり、本機では現像剤へのストレスを軽減する現像器の採用と、現像器の不要な空転を削減する制御の導入等により対応した。

Fig.9 は本機の現像器の構成断面図である。現像剤は、現像ローラーで搬送され、搬送量規制部を通過後、感光体上の画像を現像し、回収、トナーの供給、攪拌を経て、現像剤搬送ローラーで汲み上げられ、現像ローラーに再供給されて循環する。現像剤がストレスを受けやすいのは搬送量規制部である。通常の現像器では、現像ローラー内に磁極を設けてローラー上に吸い付けた現像剤を規制板で機械的にこそぎ取る構成とするため、キャリアコーティングの摩耗やトナーの外添剤の剥がれ、トナー樹脂への外添剤の埋没などの劣化を生じやすい。本機では、現像ローラーに現像剤を磁極でキャッチする方式を廃止し、搬送ローラーから現像剤ガイド部材を通して流し込む構成とした。これにより、現像器の駆動トルクは 37%、現像剤の機械的擦過で生じる摩擦発熱も 3 低下させる事ができ、キャリアコーティング皮膜摩耗評価比較で 33%の劣化抑制が可能となった。

また現像器の駆動制御においては、機械が間欠的に動作する際の動作開始と終了時、排紙オプションの処理動作中などに生じる現像器が現像しないタイミングを詳細に洗い出して抑制した。これらの対応により、現像剤の劣化が抑制でき、コート紙印刷時でもかぶりは実用上問題がないレベルにすることができた。

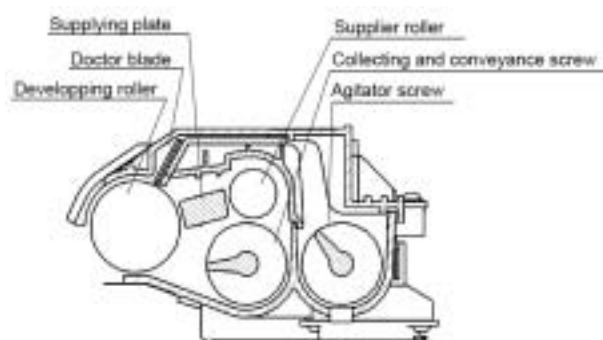


Fig.9 Sectional diagram of development unit.

6 . まとめ

以上、KONICA MINOLTA bizhub Pro C6500 のシステム構成の概要と、コート紙に対応するために給紙搬送、定着、画像形成などの作像プロセスにおいて開発した技術の一例を紹介した。

印刷のオンデマンド化に対応して電子写真機器の導入は今後も拡大してゆく動向と考えられるが、その動向が加速するかどうかは、電子写真装置側が印刷のワークフローへの適合性をどこまで高められるかにかかっている。ここで紹介したコート紙対応技術はまだ改良すべき点が残っており、この他にも対応すべき課題は山積である。今回の開発事例は一つのステップであり、今後も適合性を高めるための技術を盛り込みながら製品開発を継続し、より幅広く市場に貢献できるようになれば幸いである。

参考文献

- 1) 大坪尚義:印刷における POD - 印刷会社から見たオンデマンド印刷 -、日本画像学会誌、44、29-33 (2005)。
- 2) 亀井雅彦、市原美幸:新プロダクション市場の創造 - 多極分散型オンデマンド印刷とそれをささえる技術 -、日本画像学会誌、44、53-59(2005)。
- 3) 木坂隆一、時吉智文:オンデマンド印刷機専用薄物コート紙、コンバーテック、11、75-80(2003)。
- 4) 松村拓夫:エアアシストフィーダー、日本機械学会誌、108、28-30 (2005)。