

# 時代の最先端を進む東芝の紙送り技術

Toshiba Paper Handling Technologies at Forefront of the Era

深沢 一夫

川越 浩史

服部 俊介

■ FUKASAWA Kazuo

■ KAWAGOE Hiroshi

■ HATTORI Shunsuke

複写機やプリンタ、郵便物区分機、自動改札機など、紙のような柔軟な媒体を扱う機器を一般に“紙送り機器”と呼ぶ。東芝は、紙送り機器のトップメーカーとして、常に時代の最先端技術を取り込みながら様々な製品を世に送り出し、社会の発展に貢献してきた。当社が推し進めてきた技術革新を可能にしたのは、当社のDNAとして創業以来培ってきたメカトロニクスの技術力と新しい機器創造へのチャレンジ精神によるところが大きい。現在も、未来への新しいコンセプトに基づいた製品開発のため、たゆまぬ歩みを続けている。

Equipment for handling paper and other flexible media, such as copiers, printers, letter processing systems, and automatic ticket gates, is generically referred to as “paper handling machines.” As a leading company in the field of paper handling machines, Toshiba has been supplying a wide variety of products to the world market by consistently developing state-of-the-art technologies, thereby contributing to the progress of society.

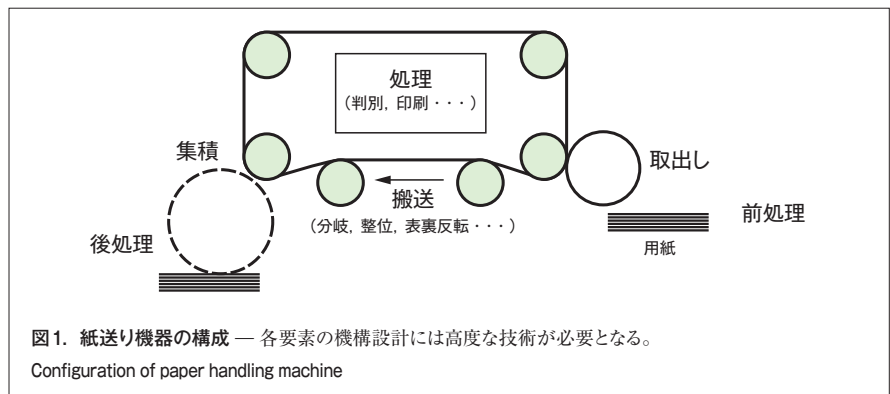
These technical innovations are based on our corporate heritage, comprising both our accumulated mechatronics technologies and our spirit of challenging the creation of new products, nurtured since our company's establishment. We are continuing our efforts to develop new-concept products for the future.

## 東芝の紙送り機器

からくり儀右衛門で知られた田中久重と、電気の人と呼ばれた藤岡市助をそれぞれ祖とする、芝浦製作所と東京電気が融合した東芝は、そのDNAを引き継ぎ、メカトロニクス製品を事業の柱の一つとしている。中でも紙送り機器は当社の得意分野である。

紙送り機器の一般的構成を図1に示す。機器の目的は、紙に書かれた情報の判別と紙への情報の記録である。通常は1枚ずつ処理するため処理部へ適切に用紙を搬送することが必要で、紙送り機構の性能が機器全体の信頼性に大きな影響を及ぼす。このため、紙送り機器の開発には、高度な機構設計技術と紙送り制御技術が要求される。

1960年以降、東芝グループが製品化してきた紙送り機器を図2に示す。POS（販売時点情報管理）システム搭載の小型サーマルプリンタから、MFP（Multi Function Peripherals）、郵便機器、更には大型グラビア印刷機まで広範な領域をカバーしている。このような企業は



世界的にも当社が唯一である。多様な製品展開を実現できたのは、当社がこれらの分野に関する共通の基盤技術をコアとして保有し、常に技術革新を続けてきたためである。

東芝グループの紙送り機器群は、大きく自動化機器と画像情報機器に分けることができる。それぞれの事業展開の経緯を以下に述べる。

### ■ 自動化機器

1966年、土光社長（当時）の陣頭指揮のもと、研究所と工場一体のプロジェクトにより郵便物自動選別機、郵便物自

動取揃（とりそろえ）押印機、及び郵便物自動読取区分機の開発に成功した。ここで得られた高度な技術資産をもとに、郵便機器だけでなく、駅務機器や銀行券鑑査機、金融機器、高速道路料金収受機、海外向けIC旅券印刷機などを開発し、今日の広範な自動化機器の事業領域を創造した。

### ■ 画像情報機器

当社での複写機の開発は、1958年に当時の旧東京電気系のマツダ研究所で開始した。それ以来、湿式から、乾式、普通紙対応、デジタル化、カラー化へと



に、人為ミスの削減による事業ロスを低減してきた。

このためカット紙のハンドリングには、単に搬送だけではなく媒体個々の識別性が重要であり、搬送位置や順番の確度を高く要求される特徴がある。

媒体からの情報抽出にはOCRや画像処理、磁気記録技術、無線技術などが用いられているが、それぞれの技術発展に伴って製品機能も向上し、加えて搬送技術の進歩が製品そのものの高速化と複合化を実現させた。

媒体としての紙は、形状、厚さ、質量、及び摩擦係数が多様である。また、対象が新品から使い古しまで広いことから、汚損、落書き、しわ、折れ、切れなどの損傷があり、封筒では内容物による重心変化や柔軟性のばらつきもある。このように、カット紙は物性の変動要素が多く媒体モデルの設定が難しいことから、これを取り扱う自動化機器では、実機による大量の搬送検証が必須となっている。

## ■紙送り機構の構成要素

自動化機器を実現するためには、前述した紙送り機構の基本要件のほかに、搬送先を制御する“分岐機構”と媒体の方向を取り揃えるための“方向転換（前後反転、表裏反転）機構”も必要となる。また、高精度な搬送が要求される場合には“姿勢制御”が行われ、通帳のような媒体にはページめくり機構がある。更に、各機構間の受渡しや複合化も重要な要素技術であり、自動化機器は、これらの組合せで複雑な処理プロセスを実現している。

多く使用される評価指標としては、搬送速度（処理能力）や搬送速度の変動性（情報抽出精度）、媒体間のピッチやギャップの安定性、積層媒体から1枚ずつ取り出す機構における多重送り発生率などがある。また、品質指標としては、ジャム率（稼働安定性）やリジェクト率（後処理作業）、媒体にダメージを与える汚損・棄損率、稼働環境の騒音な

どがある。

各製品に求められる指標は機能や運用によって異なるが、操作性のデザイン、保守性、及び寿命とあいまって製品の性能が決まることになる。

## ■紙送り技術の課題

紙送り技術は、機械加工精度の向上、機能材料の発達、及びマイクロエレクトロニクスの高速化と低価格化によって目覚ましい進歩を遂げたが、ジャムやスキューなど安定性の面で依然として課題が残っている。これは、複雑な機構内を動く媒体の姿勢や状態をリアルタイムで把握するのが難しく、フィードバック補正の方法が限られてしまうからである。このため、ロバスト性の確保を機構設計上のマージンに求めるという経験的な対応が多かった。

現在、メカトロニクスのシミュレーション技術は機械設計、電気設計、及びソフトウェア設計の統合が可能となり、試作レス化にまで進んでいるが、紙媒体のモデリングが難しいことにより、紙送りに関するシミュレーションは部分利用にとどまっている。また、紙送り技術では、業界交流が少なく企業ごとに独自の進化をして、一種の“匠（たくみ）”の世界を構築している部分がある。

今後は、これらを最新のセンシング技術や計測技術により形式知化し、技術伝承性、第三者評価性、及び再現性を向上させることが必要である。

## ■新しい紙送り技術

近年、技術のボーダレス化が進み、ロボット工学を筆頭にセンシングと制御技術が著しく進化している。当社は、仏国向け郵便処理機において、従来からのセンシング処理の見直しと媒体フロー制御の応用により、時間当たりの処理量増と低ジャム化というトレードオフの解消を実現した。また、更なる性能向上として、高速姿勢制御によるスキュー補正、画像センシング応用と統合的制御による媒体に優しい搬送、及び高速だが

低騒音の取出し方法、などの実現に向けた開発を行っている。基礎研究では、媒体が帯電しにくいローラ材料と機構の構成、ローラ摩耗プロセスの解析など、個々の要素技術も積み重ねている。

日本の紙送り技術は、業務効率や利用者の利便性を追求しながら、巧妙で親切的な機器を実現してきた。今後の電子化の流れのなかで紙などの媒体は減少するかもしれないが、それでも残るのは、冊子状媒体のような複合的で機械での扱いが難しいものや、価値が高く破損できないものなどであろうと見ている。このため高速化に加え、媒体物性に依存しない多様性、ていねいな扱い、操作者に優しい静粛性など、機構自身の質の向上が望まれる。

当社は、匠の技による精巧な機構と、統合的なフロー制御による質の高い紙送り技術の融合により、操作上負荷が小さくライフサイクルコストに優れた高品位な製品を提供していく。

## MFPでの紙送り技術

モノクロアナログPPC (Plain Paper Copier) は、この10年余りの間にデジタルカラーMFPへと大きく進化した。ここでは、紙送り技術の観点からこの進化を振り返り、今後の技術動向について述べる。

## ■アナログからデジタルへ

東芝テック（株）のデジタルPPC第1世代は、1995年商品化のPREMAGE 38（印刷速度（A4横）：38枚/分）である。デジタル化による最大のメリットは、画像データをメモリに格納して印刷順序を自由に変えられること（電子ソート）であるが、これにより、PPCの各装置は以下のように大きく進化した。

- (1) 後処理オプション 多数のピンを備えたソータからシンプルな構造のフィニッシャへと進化し、印刷部数の上限はソータのピン数までという制約がなくなった。

- (2) 自動両面装置 スタック方式からスタックレス方式へと進化し、両面印刷時の信頼性と生産性が大きく向上した。
- (3) 自動両面原稿送り装置 原稿を1枚ずつ静止させて読み取るベルト搬送方式から、原稿を搬送しながら画像を読み取るスルーリード方式へと進化し、原稿読取りの生産性が向上するとともに信頼性も高まった。
- (4) 排紙部 印刷面を下向きに排紙するフェースダウン排紙の採用により、印刷順序(原稿の読取り順序)が“最終ページから1ページへ”であったものが、“1ページから最終ページへ”に変わり、両面印刷時でも読取り終了原稿から順次印刷が可能となって、生産性が向上した。
- (5) 外観 前述のような各変化により、用紙搬送パスもストレートパスからCパスと呼ばれる胴内排紙パスへと変化し、外観も大きく変わった。

PPC本来の性能向上に加え、ファクシミリ、プリンタ、及びスキャナの機能を搭載することで、デジタルPPCはMFPへと進化した。製品では、2000年商品化のデ

ジタルPPC第3世代のPREMAGE 455(同:45枚/分)でモノクロ中低速MFPの基本構造が確立し、現在に至っている。このように、アナログからデジタルへの変化は新しい機構と機能をもたらし、PPCの進化を誘発する起点となった。

### ■モノクロからフルカラーへ

一方、1999年に最初のデジタルカラーMFPとしてFANTASIA 22(同、カラー:22枚/分)を商品化した。カラー機では、より美しく印刷するために、密度が高く平滑性の高い厚紙への印刷が求められた。一般的に厚紙は搬送が難しい。2006年に商品化したe-STUDIO 3500c(同、カラー:35枚/分)では、普通紙(坪量(つぼりょう):64~80 g/m<sup>2</sup>)に対し、163 g/m<sup>2</sup>(カセット)や256 g/m<sup>2</sup>(手差し)という厚紙対応を実現し、その後、市場要望に応じて256 g/m<sup>2</sup>(カセット)と280 g/m<sup>2</sup>(手差し)まで範囲を拡大した。また、手差しでは、定形外の一と回り大きいサイズ用の紙や長尺紙(~1,200 mm)の通紙にも対応した。

更に、2008年春に商品化予定のe-STUDIO 6520c(同、カラー:65枚/分)には、多くの最新技術が投入され、いっそうの進化を遂げている(囲み記事参照)。

### ■今後の技術動向

今後、MFP技術が進化する方向は、以下に述べるように、印刷領域の拡大のための機能強化と、環境及び人への配慮と考えている。

- (1) 高速機 軽印刷の領域のドキュメントボリュームを取り込み始めている。ここで求められるのが、原稿の両面同時読取りや、密着したコート紙を1枚ずつ取り出せる給紙機構、用紙の種類(紙厚、平滑性)に応じて最適印刷を行うためのメディア検知機能、印字位置精度の向上(高精度用紙搬送)、定着後の用紙のカール除去、搬送ローラのライフ向上(ランニングコスト低減)、及び簡易製本やトリミングなどのフィニッシング機能、などである。
- (2) 中低速機 プリンタとの競合が進んでいる。厚紙などにも印刷できるメディア対応力、用紙搬送の信頼性、及び大容量給紙装置やフィニッシャーといったオプションの豊富さなどが、プリンタとの差異化になると考えている。
- (3) 環境と人 小型・軽量及び低騒音が求められ、対応していく必要がある。

## 高速カラー MFPの最新技術

高速カラー MFPでは、常に紙送り技術をはじめとした最新のテクノロジーが搭載されている。ここでは、東芝テック(株)が2008年春に商品化予定のe-STUDIO6520c(印刷速度(A4横)、カラー:65枚/分。オフィス向けとしては業界最速<sup>(注1)</sup>)に搭載する最新技術と特長を述べる。

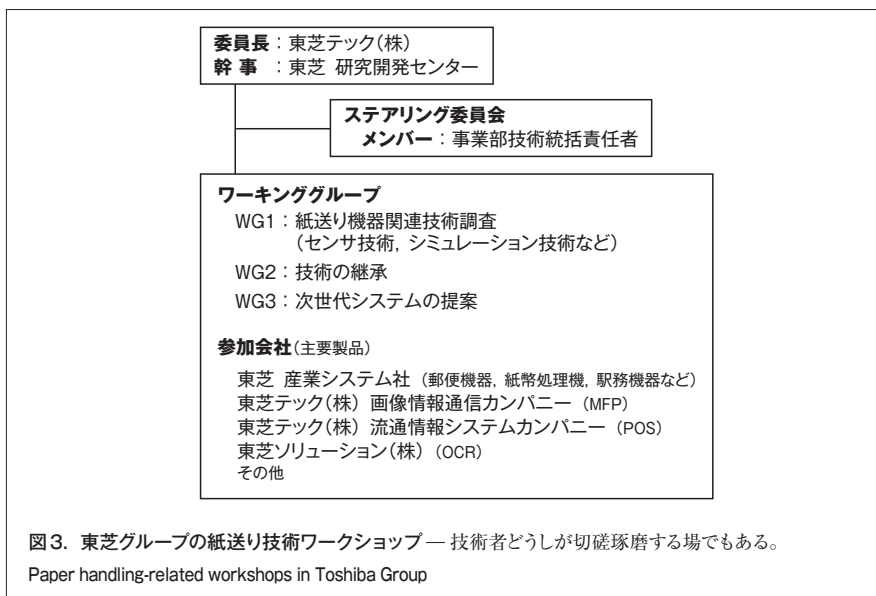
- ・ 業界最短クラスの用紙間隔制御とツインIH(Induction Heating)高速交互出力による定着温度制御
- ・ 独自の用紙搬送路による業界最速クラスのカラー両面原稿読取り
- ・ 大容量排紙トレイを備えた高速対応フィニッシャー(後処理装置)

- ・ 東芝独自の新規小粒径トナー及び新規画像処理エンジンを搭載し、業界No.1レベルの高画質化と画像安定性を実現
- ・ ヒューマンセントリック MFPのコンセプトに基づき、大型カラー液晶ディスプレイの採用や本体上部への排紙トレイ設置により使いやすさを向上させるとともに、清音化設計により音環境へも配慮
- ・ ERU(Easy Replaceable Unit)コンセプトに基づき、消耗品を含むユニットの交換操作を簡易化するとともに、メンテナンスフリーの現像システム採用により、ダウンタイムとメンテナンスタイムを削減

(注1) 2007年10月現在、当社調べ。



- ・ 様々な外部アプリケーションとの連携を可能にするオープンなアーキテクチャ



特に騒音対策では、用紙搬送時の騒音を低く抑えるだけでなく、清音化技術によりこちこち良い音の実現を目指している。更に、用紙のセットや紙詰まり解除処理などが容易な使いやすい機構を開発し、人に優しい“ヒューマンセントリックMFP”の実現を目指している。

### 紙送り技術の更なる向上に向けて

これまで述べた紙送り技術の動向に対し、東芝グループの取組みについて以下に述べる。

現在、モノづくりの現場においては、技術の空洞化と後継者不足が問題となっている。紙送り機器の分野でも例外ではない。このため、紙送り機器における当社の技術レベルを維持向上させ、

更に、この紙送り技術を後世に伝承していくことを目的として、定期的にワークショップを開催している(図3)。ここでは、東芝グループの紙送り機器に関連する事業部と関連会社の技術者を集め、紙送り技術の調査や技術交流などを通じて、グループ内シナジーの強化、情報共有による開発効率の向上、及び技術者間の切磋琢磨(せっさたくま)による技術のレベルアップなどを図る場を提供している。若手技術者への技術継承や新コンセプトの製品提案などの効果も期待している。

### 今回の特集について

現在の具体的な取組みについて、紙送り技術の製品適用事例と技術を支える基礎研究の事例を、この特集の論文

で紹介する。

紙と人間がかかわってきた歴史は長い。ペーパーレスの時代と言われたり、電子ペーパーなど紙に代わる新たなメディアの開発も盛んに行われているが、紙の持つ優位性は簡単には失われず、今後も続くと考える。当社は、紙送り技術の更なる向上を目指していくとともに、その維持・継承に注力していく。



深沢 一夫  
FUKASAWA Kazuo

産業システム社 セキュリティ・自動化システム技師長。  
Industrial Systems Co.



川越 浩史  
KAWAGOE Hiroshi

東芝テック(株) 画像情報通信カンパニー メカニカルシステム設計部長。MFPの設計・開発業務に従事。  
Toshiba TEC Corp.



服部 俊介  
HATTORI Shunsuke

研究開発センター 機械・システムラボラトリー研究主幹。紙送り機器をはじめとするメカトロ機器の研究・開発に従事。日本機械学会、精密工学会会員。  
Mechanical Systems Lab.