

MFPの紙送り技術

Paper Transport Technologies for Multifunctional Peripherals

村上 励至

■ MURAKAMI Reiji

MFP (Multi Functional Peripherals: 複合機) の紙送り技術は、用紙の取出しに始まり、用紙の姿勢を整え、画像を転写及び定着し、排出するという様々な段階での技術で構成されている。これらの技術はMFPを支える重要な基盤技術であり、近年のカラー化やそれに伴う使用メディアの多様化に対応するため、進化し続けている。

東芝テック(株)は開発手法の面で、設計品質の早期作込みを行うため、シミュレーション技術の導入を積極的に進めている。

Multifunctional peripherals (MFPs) utilize a variety of paper transport technologies, from paper pickup to alignment, image transfer, fusing, finish-ing, and paper output. All of these technologies are of fundamental importance, supporting the functions required of an MFP. Recently, continu-ing progress has been made in these technologies, especially in response to the growth of color MFPs and diversification of media.

Toshiba TEC Corporation is actively introducing the simulation technology.

1 まえがき

東芝の複写機事業は1962年にスタートし、1999年の東芝テック(株)への事業移管を経て現在に至るまで45年以上の歴史がある。この間に複写機は、アナログからデジタルに移行することでMFPへと進化し、更に近年はカラー化によって新たな市場の獲得を進めている。

MFPは、本体とRADF(自動両面原稿送り装置)、フィニッシャ(後処理装置)などの周辺装置により構成されている。ここでは、MFP本体の紙送り技術について述べる。

2 MFP本体の紙送り技術

カセットに収納された用紙を給紙部で1枚ずつ取り出し、レジスト部で用紙の傾き補正を行い、転写部でトナー画像を転写した後、定着部でトナー画像を熱と圧力により定着し、フィニッシャや排紙トレイに排出する。両面コピーの場合には、片面に画像を定着させた用紙を反転させ循環搬送路内をレジスト部まで再び搬送し、反対面にも画像を転写し定着させた後で排出する。給紙から排紙に至る各部には固有の技術ノウハウがあり、次に詳細を述べる。

2.1 給紙部

給紙部の断面を図1に示す。ここではピックアップローラで取り出した用紙を給紙ローラと分離ローラで1枚ずつに分離し、レジスト部まで搬送する。分離ローラは、トルクリミッタ(設定したトルクを超えると空転する機能を持つ)と連結しており、取り出された用紙が1枚の場合は給紙ローラに連れ回り

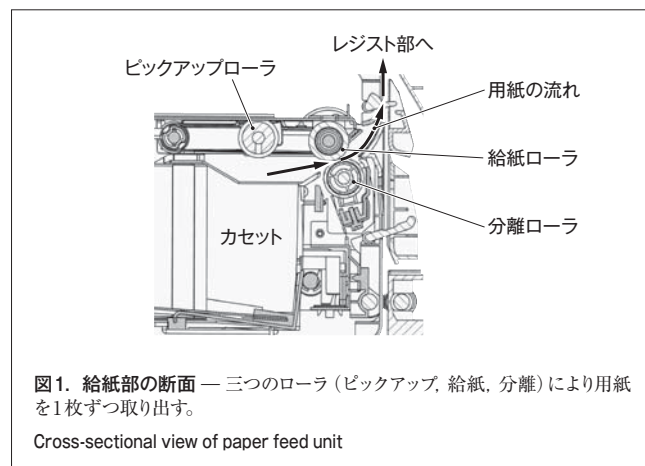


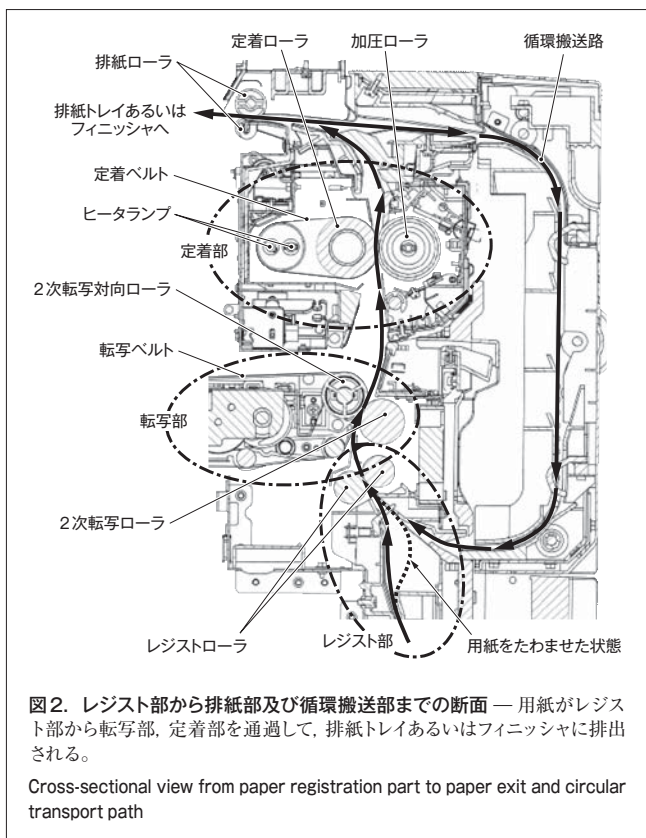
図1. 給紙部の断面 — 三つのローラ(ピックアップ、給紙、分離)により用紙を1枚ずつ取り出す。

Cross-sectional view of paper feed unit

し、2枚以上の場合には回転を停止して重ね送りを防ぐ。給紙部はモジュール化されており、VRP (Variety Reduction Program) による多機種展開を想定した設計で、数世代にわたって使用し開発費の低減を図っている。

2.2 レジスト部

レジスト部から排紙部及び循環搬送部までの断面を図2に示す。レジスト部では停止中のレジストローラどうしの当接部(ローラどうしが接触している部分)に用紙先端を突き当てる。破線で示すようにたわませることで、先端をレジストローラと平行にそろえて用紙の傾きを補正した後、転写ベルト上に形成されたトナー画像に合わせて再スタートさせている。前の用紙の後端が抜けてから、次に来た用紙を送り出すまでの時間は、e-STUDIO 3500cの場合0.26 s (LTサイズ^(注1) 使用時)と短時間であり、この時間内でレジストローラを停止し、用紙を突き



当ててたわませる動作を行っている。カラー化によって定着部では4色のトナー層を熱と圧力で定着させる必要があり、十分な定着強度を得るためには用紙を低速で通過させなければならない。

一方、生産性アップ(単位時間当たりの印刷枚数アップ)のために高速化が必要であり、この二律背反する要求に応えるためには用紙間隔を詰めなければならない。レジストローラの停止時間が短時間化しているのは、このような背景があるが、停止中に用紙が到達しないと紙詰まりと見なされ、停止前に到達すると画像と用紙の位置ずれが生じるため、正確な紙送り技術が必要である。

2.3 転写部

転写部では、2次転写ローラと2次転写対向ローラ間に発生させる電界によって、転写ベルト上のトナーを用紙に転写させている。きれいな画質を得るためには、転写ポイント(2次転写ローラと転写ベルトの接点部)の少し手前から転写ベルトに用紙を密着させる必要がある。そのためレジストローラから転写ポイントに至る搬送ガイドは、4章で述べるシミュレーションツールにより用紙搬送軌跡を確認しながら設計している。また、同様の目的から、転写部より下流に位置する定着部の搬送速度をレジストローラより遅く設定することによって用紙にたわみを持たせ、転写部を通過中の用紙を転写ベルトに密着さ

せている。

転写部を通過した用紙は静電的に転写ベルトに吸着しやすい状態にあり、薄めの用紙ほど転写ベルトに巻き付きやすい。これを防止する手段として、2次転写ローラを図2の左下方向にオフセット(片寄せ)させて用紙を右上方向に搬送し、転写ベルトから剥離(はくり)しやすくさせている。

2.4 定着部

転写部を通過した用紙は定着ローラと加圧ローラの間へ搬送され、ヒータランプで加熱された定着ベルトと加圧ローラから熱と力を受け、表面のトナー層が定着される。定着後に良好なカラー画像を得るためには、トナー層が接する相手側部材は軟らかいほうが望ましく、このため定着ベルトの表面にはゴム層が形成されている。定着部でも転写部同様、ベルトへの巻き付きという課題があり、定着ローラの材料にスポンジを用い、加圧ローラとの当接部を通過した用紙を図2の右上方向に向かって排出させ、この課題に対応している。

また、加圧ローラは中央部の外径が両端部に比べ小さく設計されており、両端部の搬送速度を中央部より速くし、紙しわの発生を防いでいる。

2.5 排紙部及び循環搬送部

定着部を出た用紙は排紙ローラを経て、排紙トレイ、又はフィニッシャに排出される。

両面コピーの場合には、排紙ローラによりスイッチバック動作を行って用紙後端から循環搬送路内に送り込み、再びレジスト部を経由して反対面へ印刷する。

印刷の順番は用紙サイズや枚数によって条件が異なるが、例えばA4サイズで5枚の場合には、次に示す順番で印刷が行われる。

- 1枚目裏面 → 2枚目裏面 → 1枚目表面 → 3枚目裏面 →
- 2枚目表面 → 4枚目裏面 → 3枚目表面 → 5枚目裏面 →
- 4枚目表面 → 5枚目表面

3 メディアの多様化と対応技術

ここ数年、MFPはカラー化の進展が目覚ましく、このトレンドは紙送りに求められる技術にも影響を与えている。その一つがメディア(画像が転写される紙類)の多様化であり、その背景と対応技術について現在開発中の製品を含めて述べる。

3.1 メディアの多様化

- (1) 対応サイズの拡大 従来は定形サイズまでの対応が一般的であったが、カラー化の進展に伴い、トンボ(一般商用印刷で裁断の位置合わせなどに使われる目印)を印刷することを目的に定形サイズよりも一回り大きなサイズに対する要求が増えている。2008年春商品化予定のe-STUDIO 6520c(カラー65枚/分)では、最大330.2×482.6mmにも対応する予定である。

(注1) レターサイズ(215.9×279.4mm)のこと。

(2) 対応坪量^(注2)の拡大 従来は坪量64～80 g/m²程度の用紙を使用するのが一般的であったが、カラー印刷用として推奨される紙は平滑性が高く、密度が高いため、坪量の大きな紙が多い。e-STUDIO 6520cでは坪量300 g/m²までの対応を予定しており、対応サイズとともに、業界トップクラスの水準である。

3.2 厚紙搬送技術

厚紙（坪量の大きな紙）を使用する場合に起きやすい問題の一つとして、画像振れ（画像の部分的な位置ずれ現象）がある。これは、用紙の後端がレジストローラを抜けるときにローラによってはじかれ、瞬間的に加速し（図3）、紙の腰により転写ベルトを变形させてしまうために発生する。これはローラが当接状態（双方のローラが直接接触した状態）に戻るときの挙動に起因しており、普通紙では見られない。そこでe-STUDIO 3500cではレジストローラの当接遅延機構を設けてこの問題を解消している。この機構はレジストローラの軸間にカムを設け、このカムの働きにより用紙後端がレジストローラを抜けた後、ローラどうしをゆっくりと当接状態に戻し、これにより加速現象を抑制して画像振れを防止している。

当接遅延機構を図4に示す。

(1) 用紙進入前 レジストローラは当接状態になる。

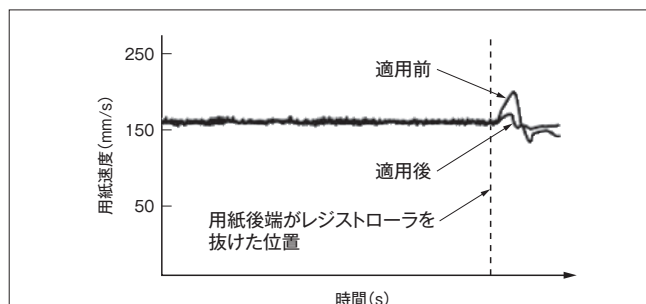


図3. レジストローラを抜ける際の用紙後端の速度変化 — 当接遅延機構の適用前に比べ、適用後は速度変化が抑制されている。

Change of speed when trailing edge of paper exits from registration roller

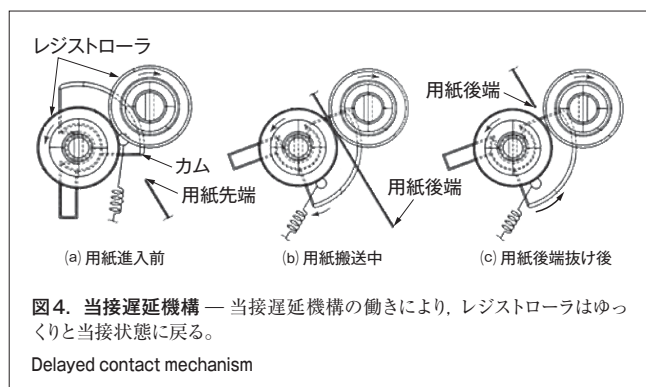


図4. 当接遅延機構 — 当接遅延機構の働きにより、レジストローラはゆっくりと当接状態に戻る。

Delayed contact mechanism

- (2) 用紙搬送中 紙厚分だけローラ間ピッチが広がり、ローラ軸間にカムが入り込む。
 (3) 用紙後端抜け後 当接状態に戻ろうとするレジストローラをカムが支え、ローラに連れ回りしてカムが(a)の状態に戻るにつれてローラはゆっくりと当接する。

3.3 メディア検知技術

多様化するメディアに対応するため、MFP内部ではメディアの種類によって搬送速度、転写条件、定着条件などを変えている。メディアの種類の設定は、コントロールパネルの画面上からボタン選択により行われているが、この操作を自動化するための技術開発を進めている。

その第一歩として、e-STUDIO 6520cでは紙厚を検知するメディアセンサを開発し、普通紙を対象とした識別技術を搭載する予定である（図5）。この技術によりモノクロ用の薄い用紙からカラー用の厚い用紙まで（坪量64～105 g/m²）、一般の事務所で使用される普通紙についてめんどろな設定なしで使用できる。

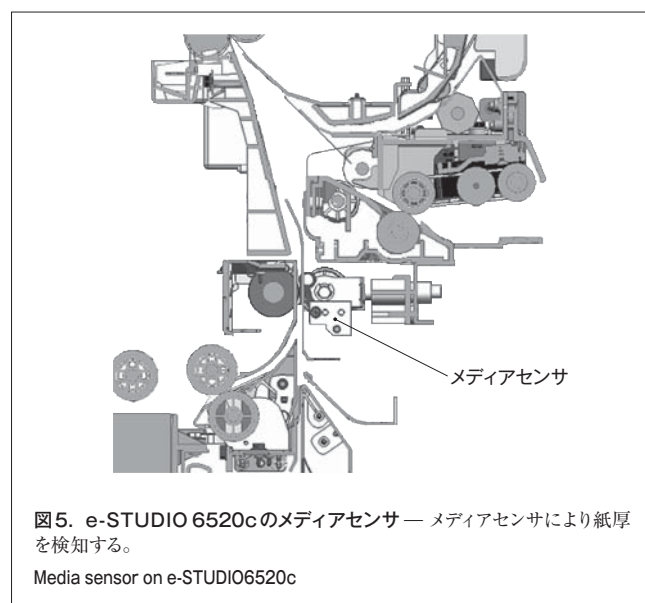


図5. e-STUDIO 6520cのメディアセンサ — メディアセンサにより紙厚を検知する。

Media sensor on e-STUDIO6520c

4 シミュレーション技術

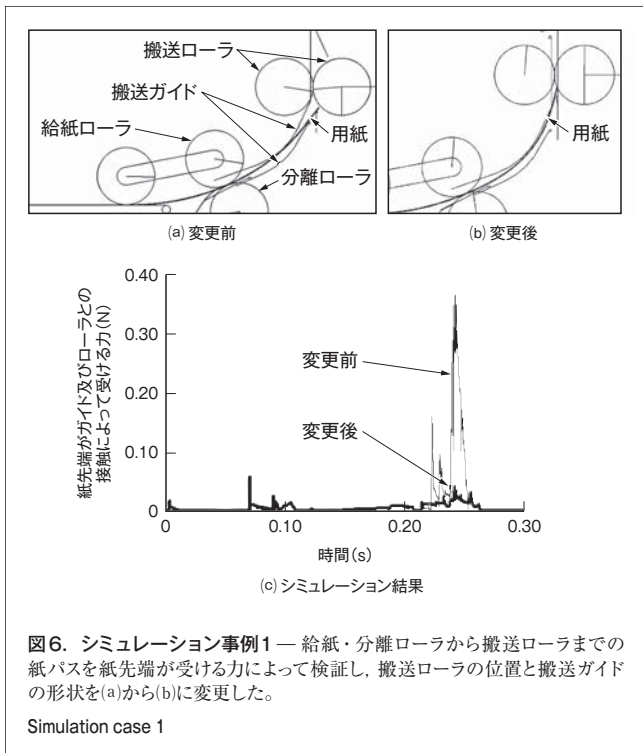
当社は“作らずに創（つく）る”ことを究極の目標として開発しており、シミュレーション技術をその有効な手段と位置づけている。紙搬送シミュレーションツールとして機構解析ソフトウェア“RecurDynTM(注3)/MTT2D”を2002年に導入し、積極的な活用を進めている。紙搬送シミュレーションの目的は、用紙搬送上のリスクとなる箇所がないか試作前に検証し、設計品質の早期作込みを図ることである。用紙の坪量や用紙サイズ、及びカールの有無などのパラメータを変えてシミュレーシ

(注2) 1 m²当たりの紙1枚の質量。

(注3) RecurDynは、ファンクションベイ(株)の登録商標。

ンすることにより、ロバスト（頑健）な設計を目指している。

- (1) シミュレーション事例1：ローラ当接部への進入 カセットの給紙部を図6(a), (b)に示す。用紙が給紙ローラと分離ローラから搬送ローラに搬送される時、用紙先端と搬送ローラとの当接角度が不適切で用紙先端の受ける力が大きいと、当接時に大きな騒音が発生したり、厚紙の場合には紙詰まりなどの不具合を生じる場合がある。そこで搬送ローラの位置と搬送ガイドの形状を(a)から(b)に変更し、用紙先端が受ける力を変更前後でシミュレーションした結果が(c)のグラフである。変更前に比べ、ピーク値が約1/10に低減した。騒音自体は予測できないが、それに代わるメトリクス（この場合は用紙先端が受ける力）をシミュレーションから求め、試作前に改善効果を検証できる。



- (2) シミュレーション事例2：カール紙の搬送 定着部を通過した用紙は加熱によって水分が蒸発し、カールした状態になりやすいため、定着部より下流の搬送路ではカールした用紙の搬送に配慮した設計が求められる。そこで、あらかじめ先端をカールさせた用紙による搬送シミュレーションを行い、カールによる不具合を起こさないか、試作前に検証している。
- (3) シミュレーション事例3：タイミング検証 MFPの場合、連続通紙中に時間とともに変化する複数枚の用紙位置変化をビジュアルにとらえることはほとんど不可能であったが、シミュレーションにより、それが可能になった。

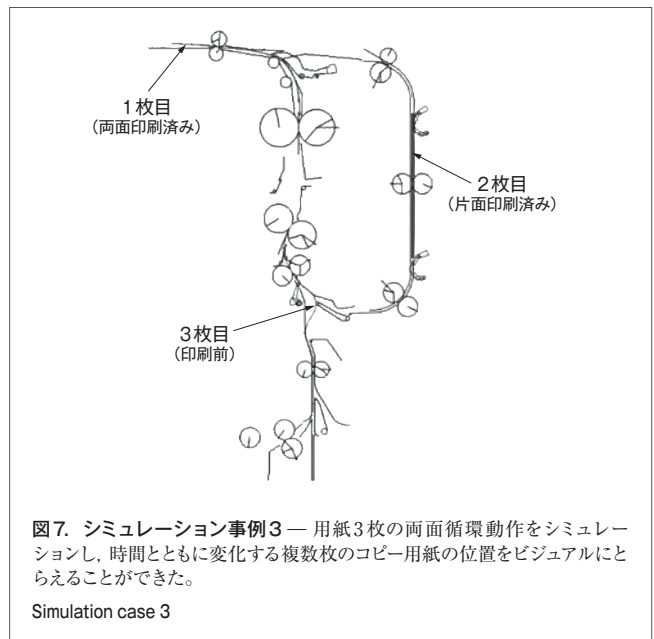


図7は両面コピーを行うために循環動作中の用紙の位置を示すもので、3枚の用紙が機体内を循環するようすがひと目で把握できる。

カラー機の高速化を目的とした用紙間隔の短縮要求に対応するため、用紙の搬送速度は区間によって細かく変化させており、更に用紙サイズや坪量によって搬送速度やタイミング条件を変えるという複雑な制御を行っている。シミュレーションによって、従来はタイミングチャートなどでしか把握できなかった複数枚の用紙の位置変化をビジュアルにとらえることが可能になり、搬送タイミング制御を検討するうえで有効な手段と成りつつある。

5 あとがき

紙に画像を出力するというMFPの基本機能は、MFPが進化しても変わることはなく、紙送り技術の重要性はカラー化とともにますます高まっている。

3章で述べた高速カラー MFP e-STUDIO 6520cは、当社のフラッグシップ機を目指して最新の紙送り技術を投入する製品であり、ユーザーの幅広い要求に応えられるものと期待している。



村上 励至 MURAKAMI Reiji

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専門主幹。MFPの設計・開発業務に従事。Toshiba TEC Corp.