

# カラーLEDプリンタ

伊藤 克之 大瀧 登 中嶋 茂喜  
宮部 幸一 中里 博彦

沖データのカラープリンタは高速、高画質、小型の特徴を有し、世界各国のお客様に好評を得ている。このカラープリンタは電子写真方式で、光源に沖データのコアコンピタンスであるLED (Light Emitting Diode) ヘッドを採用したシングルパスカラー<sup>®\*1)</sup>である。ここでは沖データにおけるカラーLEDプリンタの開発経緯について述べる。

## LEDヘッドによるシングルパスカラー<sup>®</sup>の誕生

1993年10月にカラーLEDプリンタの開発を目指したグループが発足した。当時、カラープリンタは熱転写方式、インクジェット方式が商品化され、カラー電子写真複写機もあったが高価であった。当社は電子写真方式のモノクロLEDプリンタを商品出荷しており、技術部は商品開発競争の中にあった。他社からカラープリンタ開発の情報もなく、LEDプリンタのカラー化は将来のこととして、まだ具体的な製品の姿は見えていなかった。

発足したカラーLEDプリンタグループは方式検討を開始した。電子写真方式カラープリンタは4色(シアン、マゼンタ、イエロー、ブラック)のトナー画像を重ねてカラー画像を得る方式であるが、色を重ねる方式によって図1に示す4サイクル方式とタンデム方式があった。4サイクル方式は中間転写体(ベルトやドラム)に順次4色のトナー画像を重ねて転写した後、中間転写体上の4色トナー画像を纏めて用紙に転写する方式である。4サイクル方式では各色の画像形成を4回シリアルに行うため、カラー印刷速度は単色印刷速度の1/4となる。カラー複写機がこの方式を採用していた。

これに対して、タンデム方式は用紙走行路に4色の画像形成ユニットを直列に配置し、用紙に直接色を重ねていく方法である。タンデム方式は各色の画像形成を搬送される用紙に合わせて並行して行うため、カラー印刷速度は単色印刷速度と同じである。

両方式を試作して検討した結果、1994年10月にタンデム方式を開発することに決定した。その判断理由として以下の説明を行った。

- ① 将来的には必ずカラーの高速印刷が求められる。既にインクジェットは2ページ/分の機種があり、低価格のインクジェットと差別化するには高速化する必要がある。中間転写方式ではモノクロ速度に比べてカラー速度が遅く、3ページ/分以上にすることは困難である。8ページ/分以上の高速化を実現できる方式はタンデム方式しかない。
- ② LEDヘッドはタンデム方式の光源として最適で、小型化が可能となる。各色の色ずれ補正も容易に制御できる。

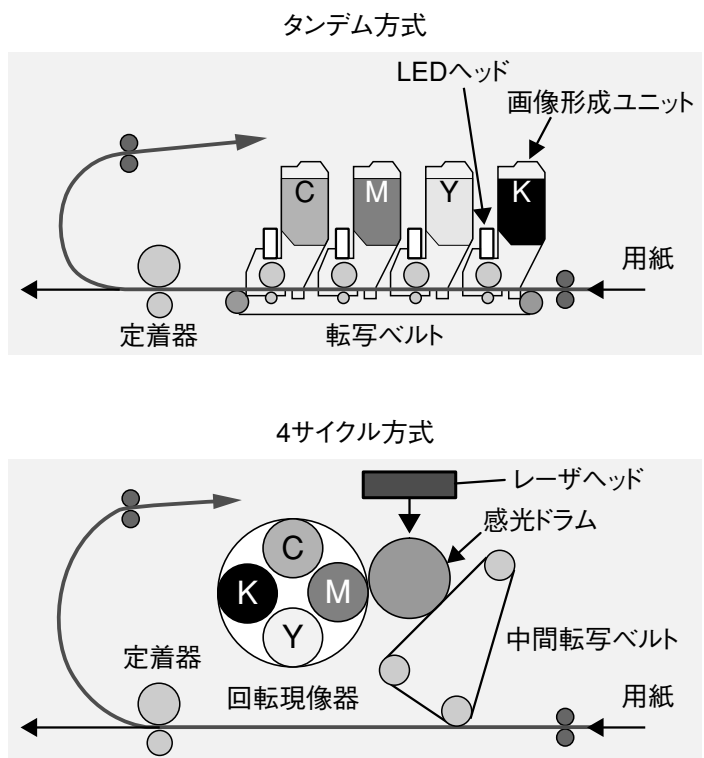


図1 カラープリンタの方式概略

\*1) シングルパスカラーは(株)沖データの登録商標です。

レーザ光源を使用すると大型になり、色ずれ補正も困難である。

タンデム方式の短所はLEDヘッドを4本使用することによるコストアップであるが、カラー印刷速度が速いことで補えると判断した。

この後、シングルパスカラーを商標登録した。

### カラーLEDプリンタの初めての商品化

方式決定の了解を得た後、モノクロプリンタの画像形成ユニットを4個並べた試作機によって主要部品の開発を進めた。カートナーは4色を同時に開発することになり、各色で特性が異なるため、開発工数がモノクロトナー開発の数倍必要となった。転写搬送ベルトは全く経験のない部品であり、転写ベルトの材質として最適な材質を選定していった。特性として6KVの転写電圧をかけて使用しても電気抵抗値が変わらないことが重要であった。定着器はモノクロ定着器と比較して用紙上に4色重なるため、定着良好領域が極めて狭くなった。用紙に転写した後、次の色の転写でトナーが画像形成ユニットに戻る現象があり、モノクロプリンタで採用していたトナーリサイクル方式では混色することが判明した。カラープリンタのプロセスではクリーニングブレードを使用し、混色をなくした。

主要部品の開発に目処がついた1996年に量産設計を開始した。この頃、数社からカラーレーザプリンタが商品化され始めたが中間転写方式であり、カラー印刷速度は3枚/分で6,000ドル以上と高価格であった。タンデム方式による高速カラーLEDプリンタが低価格に商品化できれば画期的な商品になると期待をもって取り組んだ。

当初の計画ではカラー印刷速度6ページ/分であった。しかし、問題が多く発生し、解決に時間をとられた。出荷が遅れたため、開発の途中に印刷速度を8ページ/分に変更した。これに伴ってCPUの変更とクロックアップでコントローラの処理性能をアップした。

結局、初めてのカラーLEDプリンタ：オキページカラー/マイクロラインカラー<sup>1)</sup>を海外、国内市場に出荷ができたのは1998年6月になった(写真1)。A4機では初めてのタンデム方式カラープリンタであった。市場ではカラー高速は評価されたが、改善項目としてコントローラ処理速度、カラー画像内の黒色処理と光沢差、定着器ウォーミングアップ時間が指摘された。また、モノクロプリンタに比較するとかなり高価であったため、商品の販売台数は期待していた数量まではいかなかった。

オキページカラーを紹介した海外雑誌において「カラー

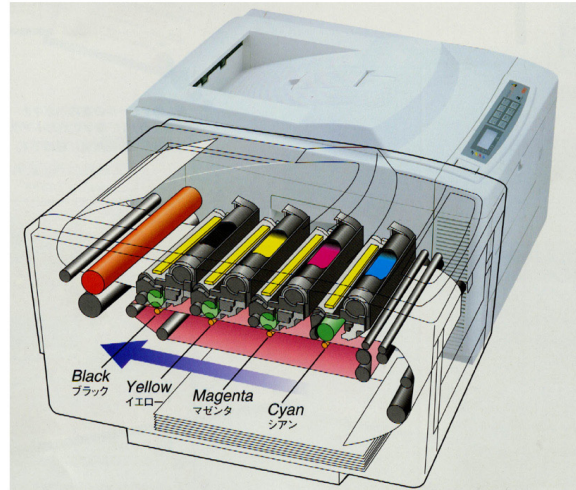


写真1 最初のカラーLEDプリンタと概略構造

プリンタには4サイクル方式が適しており、タンデム方式は将来性がない」とまで書かれた。しかし、この初めてのカラープリンタ開発によって得られた基本技術が次の商品に繋がることになった。

### 高速カラーA3機/高速カラーA4機の商品化

初めてのカラープリンタを市場に出した後、すぐに後継機の開発が始まった。カラープリンタ事業の可能性が見えてきたことから、設計部隊が強化された。また、カラープリンタに対するお客様の声をフィードバックする体制が社内に組織化され、後継機にも改良策が取り込まれた。後継機の開発は、A3までの用紙サイズに対応したA3機とA4用紙サイズに対応したA4機を同時に進めた。幅広と幅狭プリンタの同時開発はインパクトプリンタでは行われてきたが、A3機とA4機の同時開発は他社でも例を見ないことであった。A3機はカラー印刷21ページ/分、A4機はカラー印刷12ページ/分の高速印刷を達成した<sup>2)</sup>。

以下に、この開発で行われた主要な技術改良点を上げる。

- ① カラー画像を直接用紙に形成していくため用紙の送り速度が均一でないと各色の印刷位置がずれてしまう。高精度の機構によって用紙の送り速度を均一化し、自動的にLEDヘッドを制御して各色の画像を重ね合わせることでより色ずれを除去した。
- ② カラープリンタでは定着工程が画像品質に大きな影響を与える。用紙の両面から加熱する定着能力の高い定着器を開発し、トナーを定着工程で十分に溶かして透過性と色再現を得られるようにした。従来、定着ローラの離型性を保つためシリコン系オイルを薄く塗布し

ていたが、画像品質・保守性・信頼性を損なっていた。このカラープリンタシリーズではオイルを使用しないで離型性を確保するため、トナー自体に離型性成分を含有したオイルレストナーを開発し、オイルレス定着を達成した。

- ③ 両面印刷機能は印刷用紙枚数を半減することができ、環境保護のためにも重要である。両面印刷ユニット（オプション）により実質の印刷速度を落とすことなく両面印刷を可能とした。
- ④ コントローラ部では高速CPUを採用し、両面印刷を達成するためカラー画像処理をパイプライン化した。これにより長尺紙にも対応できた。画像処理ではASICを開発し、高速カラー処理を実現した。さらに、CMYKシミュレーション、スムーズシェイディングをサポートした。
- ⑤ LEDヘッドは高解像度、高速度を達成した。解像度を上げるためにLEDアレイチップは発光部構造の改良と配線の工夫で高密度化し、レンズアレイはレンズ材料の改良により解像度を上げた。LEDヘッドは多数の発光点を持っているため、その露光量のばらつきが問題とされていた。そこで、1%単位で補正を行えるLEDヘッドを新たに開発し、露光量ばらつきを抑えた。



写真2 高速カラーLEDプリンタA3機

高速カラーA3機／高速カラーA4機は2000年に出荷開始された（写真2）。本格的なカラープリンタとして市場に受け入れられ、多くの雑誌社から優秀プリンタに選定され、多くの賞を戴いた。当社のカラーLEDプリンタがカラープリンタ市場にタンデム方式を確立したと言える。

競争相手は4サイクル方式カラーのみでカラー印刷速度に大きな差を付け、有利な立場を築いた。しかし、この当社カラープリンタの出荷を契機に各社でタンデム方式のカラーレーザが開発され始め、2年も経たないうちに煩雑なレーザ光学系を搭載したタンデム方式カラープリンタが次々と各社から出荷された。

これに対抗してカラーレーザプリンタを上回る印刷速度を達成したA3機シリーズとA4機シリーズを後継機として出荷開始した。A3機シリーズはカラー印刷速度30ページ/分と高速化した。同時に紙厚センサにより用紙の紙厚を検出し、画像形成条件を自動に設定できるようにした。カラーバランス調整を自動に実施し、お客様の使い易さを向上した。また、A4機シリーズはカラー印刷速度20ページ/分と高速化した。

### 小型軽量カラープリンタシリーズの商品化

2002年は当社のカラープリンタ事業にとって画期的な年になった。A3機シリーズとA4機シリーズの開発と並行して小型軽量カラープリンタシリーズを開発し<sup>3)</sup>、出荷を開始した（写真3）。小型軽量カラープリンタシリーズはカラー印刷速度12ページ/分、重量25Kgと従来機の約1/2、大きさも約2/3と、モノクロ機並みのサイズを達成した。

小型軽量カラープリンタシリーズのプロジェクトチームは究極のコストダウンを目指し、徹底的な小型軽量化と部品点数大幅削減にこだわった。大量生産を意識し、組立易さ、生産コスト低減を追及し、構成ユニットの完全モジュール構造を実現した。また、従来機で経験した保守性の困難さを解決すべく、主要ユニットの分解組立を容易にする部品配置を設計した。

サブユニットでは小型化のキーとなる小型定着器の開発に成功した。他にもLEDヘッドやイメージドラムユニットを小型化し、両面印刷ユニットを薄型にした。小型化にこだわった結果、一人で運べる、世界でクラス最小、最軽量のカラー機を開発できた。

品質、信頼性確保を最重点に従来機フィールド問題、クレームを徹底分析し対策を講じた。

当社では初めて全世界共通に出荷できるユニバーサル電源（マルチ入力電源）を採用し、在庫問題の課題解消に貢献した。放射ノイズ対策として数多く使用される高価なフェライトコアを無くすため、回路、機構設計者が共同で実装方式を検討し、コアレス設計に成功した。

徹底したファーストルックVE（Value Engineering）を実施し、具体設計開始後はVE設計変更の繰り返しを無くした。当社では初めてVEコンサルタントを採用し、生



産技術、設計合同で延べ9日、300人を動員して具体設計前にVE検討会を実施した。これにより、他社競合機と比較して、カラー印刷速度のコストパフォーマンス約3.5倍を達成した。

短期開発実現のため先行機種重要技術の積極的取り組みを図り、小型化実現の新規技術開発にフォーカスした。継続的に発生する困難な技術問題は定例会で議論しチーム一丸で取り組み解決した。技術検討定例会は150回にもなった。その結果、開発期間30%短縮を達成し、お客様に喜んで使っていただける商品をタイムリーに開発することができた。

生産の立ち上げには複数の設計者が生産拠点工場へ出張して対応した。2週間で立ち上げが完了し、3ヶ月で月産1万台体制になった。また、海外販社の受け入れサポートのために設計者が出張し、タイムリーな製品出荷を可能にした。

この小型軽量カラープリンタシリーズは発売開始後、順調に売上台数を伸ばし、当社カラープリンタビジネスの発展に大きく貢献した。

2004年には、さらなるコストダウンと印刷速度アップを追及した後継機を出荷した。



写真3 小型軽量カラーLEDプリンタ

## 次世代カラープリンタ

現在、カラーLEDプリンタの開発を始めて10年、初めての商品を出してから6年が経過した。ネットワークの整備やインターネットの発展でカラープリンタ市場も立ち上がり、益々競合他社との市場競争は激しくなりつつある。LEDヘッドによるカラープリンタは高速、高画品質、小型とレーザ方式より有利な特徴を有しており、今後の次世代カラープリンタ開発においても、この有利な立場を活かした商品を開発し市場に出していく。同時に、お客

様の声を取り込む活動を続け、お客様に喜んで使っていただける使い易く信頼性の高いカラープリンタを追求していく。将来、オフセット印刷と同等な画品質を達成し、小型オンデマンド印刷機としてカラーLEDプリンタが世界中で使用されている夢を実現していきたい。

## あ と が き

カラーLEDプリンタの開発経緯を纏めて述べた。このカラープリンタを支えていただいた多くの方々に、さらに、LEDヘッド、およびLEDプリンタを創始し<sup>4)</sup>、育成していただいた先輩諸氏に深く謝意を表す。◆◆

## 参考文献

- 1) 山本、他：カラー電子写真プリンタエンジン、沖電気研究開発178号、Vol.65 No.2、pp.17-22、1998年5月
- 2) 中嶋、他：デジタルLEDによるシングルパスカラープリンタ、沖テクニカルレビュー185号、Vol.68 No.1、pp.124-127、2001年1月
- 3) 前川、他：新小型カラーLEDプリンタ、沖テクニカルレビュー194号、Vol.70 NO2、pp.28-33、2003年4月
- 4) 立石、仲矢：光プリンタ用LEDアレイ光源の検討、昭和55年度電子通信学会通信部門全国大会講演論文集、592、pp.1-211、1980年9月

## 筆者紹介

伊藤克之：Katsuyuki Ito. 株式会社沖データ NIP事業本部 技師長  
 大瀧登：Noboru Otaki. 株式会社沖データ NIP事業本部 アーキテクトグループ 主任技術者  
 中嶋茂喜：Shigeki Nakajima. 株式会社沖データ NIP事業本部 機構開発センタ 機構開発第3部 部長  
 宮部幸一：Kouichi Miyabe. 株式会社沖データ NIP事業本部 次世代カラー機開発センタ センタ長  
 中里博彦：Hirohiko Nakazato. 株式会社沖データ NIP事業本部 コントローラ開発センタ ソフトウェア開発第2部 部長