

小型A3カラーLEDプリンタ

中嶋 茂喜
早川 洋一

若菜 隆
江端 紀夫

A3用紙対応のカラー電子写真プリンタとしては市場初の小型・軽量・高画質カラーLEDプリンタを紹介する。今までのA3用紙対応機の常識を覆す画期的なA3カラーLEDプリンタを開発した。B4サイズ、A3サイズ用紙を使用する日本国内市場ではプリンタ販売台数の70%がA3サイズに対応したモデルであり、国内での飛躍的な販売増を期待している（写真1）。



写真1 C8600dn

小型化

A3サイズ用紙対応の電子写真カラープリンタというと、外形が大きく設置場所を取っても仕方が無いと捉えられていることが多い。しかし、このことが市場で受け入れられているわけではなく、小型A3カラープリンタの登場を切望するお客様は多かった。今回開発したA3カラーLEDプリンタはその期待にお応えするべく、開発当初からサイズを最優先におき、レイアウトの検討を行った。

方法として、従来のA3機を小型化するという発想ではなく、新開発のA4機をA3幅に広げることをベースとし、しかも単純にA3（幅297mm）とA4（幅210mm）用紙幅差分の87mmを広げるのではなく、各部品のレイアウトを検討し、最小限の幅の増加で済むようにした。その結果、A4機に対し約50mmの幅増加でA3用紙に対応できた。

A4機の断面は基本的に同じとしたため、幅が増える分、搬送ローラ部品等のたわみが大きくなるが、CADでの解析を十分行ったうえで、シャフト径の変更や、各圧力の最適化により、搬送不良等の不具合の発生を防止した（図1）。

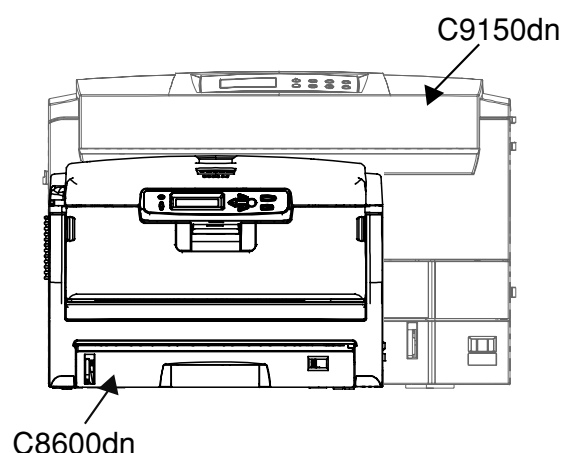


図1 正面図外観比較

以下に、新開発のC8600dnと従来機C9150dnの、外形寸法と体積の比較を示す。従来機に対して55%の体積に小型化した（表1）。

表1 外形寸法比較

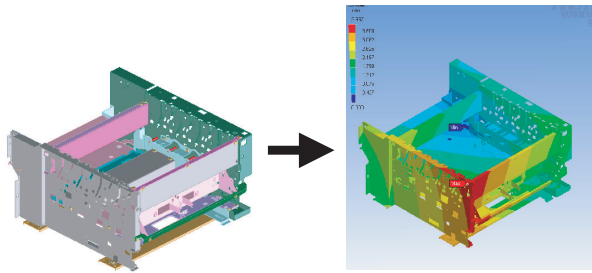
	外形寸法 (W×D×H)	体積 (リットル)
C8600dn	485 × 648 × 341	107.2
C9150dn	666 × 626 × 460	191.8

軽量化

プリンタのサイズと共に、プリンタの重量についても、お客様より軽くして欲しいと強い要望があった。従来のA3機は2～4人掛りで設置する必要があり、少しの移動でも大変な思いをして行う必要があった。

C8600dnでは軽量化にも取り組んだ。まず構造物とな

る板金部品の軽量化を考えた。A3機となると、装置強度を確保するため厚めの板金を用いるケースが多いが、C8600dnではA4機と同じ厚さの板金フレームでも強度が確保できるよう、構造解析に時間を掛けた。3D-CADで解析した構造案のモデルは20種類に上る。この中から一番軽量で剛性が確保できるモデルを選択し、解析結果と照らし合わせるため試作機を作製して確認を行った。その結果、期待通りの強度が確保でき、軽量化に成功した。板金の厚さに加え、重量抜き用の穴も設け、また樹脂成形部品の厚さも従来機よりは薄くし軽量化を図った（図2）。



3Dモデリング

強度解析

図2 強度解析

表2は装置の重量を示すものである。従来機に比べ大幅に軽量化できている。また取り外しが可能なユニットを取り外した場合、重量が25Kgを下回るため、一人での移動も可能となる。

表2 装置重量

C8600dn（消耗品含まず）	32.3kg
C9150dn（消耗品含まず）	68.3kg
C8600dn（ユニット取り外し後）	22.5kg

低騒音

プリンタの低騒音化に対してもお客様の要望が強いがC8600dnでは同時期に開発されたA4機と同様にドラムユニット、定着ユニットの駆動源をステップモータからDCモータに変更した。また、熱源である定着ユニット周辺の冷却のためのエアフローを改良し、低速回転の冷却ファンでも内部温度上昇を抑えることができたようにした。これらの改良により、国内エコマークの騒音基準をクリアできる測定結果が得られた。

短納期開発

小型のA3機は、電子写真プリンタの市場ではまだ例が

無いため、早急に市場投入し、他社に先駆ける必要があった。そのため短納期での開発が必要となった。先にも記したように、従来のA3機を元に開発を行ったのでは部品構成・構造等が大掛かりとなるため、どうしても開発に時間が掛かってしまう。そこで、A4機を思想を極力活用し開発を進めることで、開発項目を最小限に絞込み、短期開発を実現した。

高信頼性

短納期で開発する必要性、また品質を確保するため重要要素部分は他機種的方式と共通化を行った。

ドラムユニット、トナーカートリッジ、転写ベルトユニット、制御基板、電源はA4機の断面と共通にした。

定着ユニットはML9800の断面と共通にした。

また、制御基板では、基板外形だけでなく回路の95%はA4機と共通化した。低圧電源は回路構成の100%流用に加え、基板のFR-1化、チップ部品化等の低コスト化を図った。

これにより実績のある要素を採用できたので高い信頼性を確保することができた。

高画質

カラーの画質を評価する項目は多岐に渡っている。たとえば、色再現範囲、階調性、色の経時変化、ページ内の色均一性（色ムラ）、光沢、粒状性（グレイニネス）、色ずれ、印刷の位置精度、かぶり、斑点、帯／すじ、ピッチバリエーション、残像、かすれ、汚れ、解像度、シャープネス（文字／線の鮮明さ）、トナー散りなどがある。

表3（次ページ）はC8600dnと競合機との印刷品質を比較したものである。ここでは、プリンタを常温／常湿、高温／高湿、低温／低湿の3環境に置いて印刷品質データを採取した。また、画質の計測は当社が独自に開発したカラー画像評価システム¹⁾を用いて行った。表中の◎△×は当社の印刷品質判定基準である。

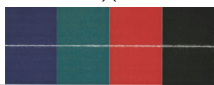
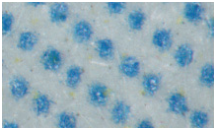
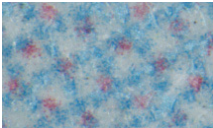
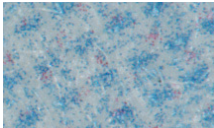
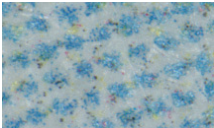
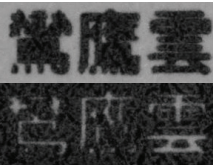
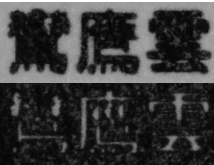
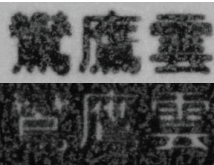
(1) 色の変動

色の違いは、色差 ΔE^2 という値を使って行われている。一般には、 ΔE が5前後ということは印象レベルでは同じ色として扱える範囲、 ΔE が10前後ということはJIS標準色やマンセルの色票間の色差に相当する。

C8600dnは従来機と同様に自動濃度補正機能³⁾を有し、色のキャリブレーションを行っている。C8600dnは色差 $\Delta E < 5$ を実現できていて、他社機よりも環境や消耗品交換時の特性変化に強いといえる。

表3 各社との主な印刷品質比較

◎…優、○…良、△…可、×…劣

項目	C8600dn	他社A機	他社B機	他社C機
方式	4連タンデム直接転写	4連タンデム中間転写	4パス中間転写	4連タンデム中間転写
色の変動	○ $\Delta E < 5$	△ $\Delta E < 7$	× $\Delta E < 10$	△ $\Delta E < 8$
定着率	○ 	○ 	× 	△ 
光沢	平均44 (高い)	平均39 (高い)	平均11 (低い)	平均13 (低い)
色ずれ	○ 平均77 μ m	○ 平均96 μ m	◎ 平均56 μ m	× 平均207 μ m
線の直線性	◎	△	△	△
粒状性 (グレインネス)	◎ 	△ 	△ 	× 
文字／線の 鮮明度	◎ 	△ 	△ 	△ 
MTF(解像力)	◎ 47.5%	△ 22.8%	△ 12.1%	△ 23.3%

(2) 定着率

定着率の判定方法として、折り曲げ法を使用した。印刷サンプルを谷折り（印刷面を内側）に指で折り曲げる。折り曲げた所をひろげ、トナーがはがれ落ちて、白くなったすじの太さで判定した。

他社B機とC機は、低温／低湿環境下でコールドオフセット（定着器でトナーが溶けきらず、手で軽く擦ったくらいで紙面上のトナーが剥がれ落ちる）を起こした。C8600dnの定着率は良好である（表3中の写真参考）。

(3) 光沢

光沢の高低は人の好みがあるので、一概にどの光沢度が良いとかは言えない。しかし、我々の評価の中では光沢が低いと絵が平面的に見え、光沢が高いほうが絵にメリハリがつき立体的に見えると判断している。当社は従来機から光沢を比較的高めに設計している。

(4) 色ずれ

4連タンデム方式は色ずれには不利である。4パス中間転写方式は色ずれには有利であるが、カラススピードは1/4に落ち込む。タンデム直接転写方式はカラー画像を直接媒体に順次形成していくため、媒体の送り速度が均でないとき各色の印刷位置がずれてしまう。タンデム方式のカラープリンタは色ずれの自動補正機能を持っているが、部品の精度の問題などがあって完璧には補正しきれ

ないでいる。C8600dnは、自動補正⁴⁾の他に、ギヤの精度アップ、駆動ギヤの偏心位相合わせなどを行い、77 μ mの色ずれに抑えている。他社のタンデム機よりは優れている。

(5) 線の直線性

レーザスキャナの場合、ポンゴンミラーの影響から、主走査方向で画の伸び縮みが発生する（図3）。

図4に、レーザプリンタの主走査方向の画伸縮を測定した結果を示す。左側で画伸びし、右側で画縮みを起こしている。斜線は直線にならず、 ± 0.15 mm程度うねる。また、画伸びする箇所は濃度が薄くなり、画縮みする箇所は濃度が濃くなるので、ページ内に色差が発生することになる。

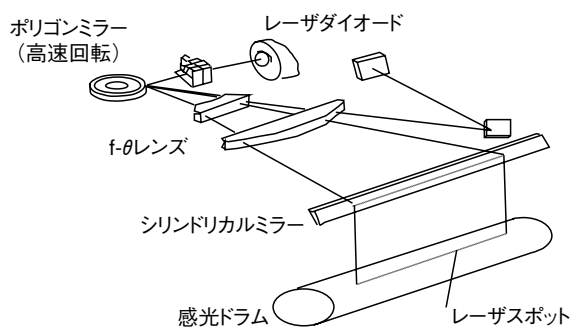


図3 レーザスキャナヘッドの概略構成図

デジタルLEDは、図5からわかるように画素の位置精度はLEDアレイの実装精度で決まるが、数 μm 以下である。場所による画伸縮はほとんど起こさないため、線の直線性は保たれる。

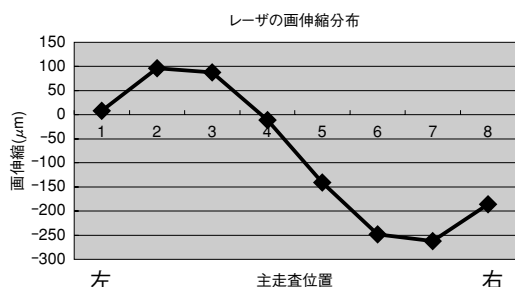


図4 レーザの画伸縮分布

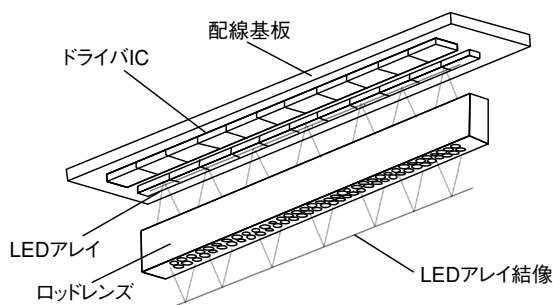


図5 デジタルLEDヘッドの概略構成図

(6) 粒状性（グレインネス）

電子写真プリンタにおいてはトナー粒径が印刷機などに比べて大きいため、紙上のトナーで形成されたドットは粒状に分布し、その大きさもまちまちに分散して画像上にざらつき感として現れる。このざらつき感のノイズをグレインネスと呼んでいる。印刷機並の品質を得るためには、最も重要な画質パラメータの一つである。

C8600dnは新開発の小粒径トナーの採用により、通常の粉砕トナーを使用している従来機に比して粒状性が格段にレベルアップできた。表3の拡大写真を見ても、C8600dnのドットはクッキリしていて鮮明である。またその大きさも揃っているが、他社機はトナーが散っているしドット粒もばらついている。

グレインネスもカラー画像評価システム¹⁾で測定し、比較したものである。

(7) 文字／線の鮮明度

デジタルLEDヘッドは、小さな文字や線を美しく表現させることができる。さらに、新開発の4階調印刷方式の採用により、一段と文字や写真がきれいにしている。表3

に4ポイント文字の拡大写真を載せているが、これを見てもC8600dnの優位性は明らかである。他社のA、B、C機はレーザスキャナヘッドを採用しているため、線やドットの太りが出て文字の鮮明度はかなり悪い。

(8) MTF（解像力）

MTFとは、Modulation Transfer Functionの略であり、プリンタの解像度の実力を調べる上で、重要な印刷品質の指標である¹⁾。MTF値が高いほど、プリンタの解像力が高いといえる。

C8600dnは、ドット階調技術により発光エネルギーの最適化を図ったため、他社のレーザスキャナ方式に比べて非常に高いMTFを実現できた。表3のMTF値は、150dpiのペアライン線（線間169 μm ）を測定したものである。

ま と め

C8600dnはA4機をA3幅に広げることをベースに設計したため、デジタルLEDの特徴を生かして、A3サイズの装置であっても、小型化、軽量化を実現した。

また、新開発の小粒径トナーと4階調印刷方式を採用しているC8600dnの画質は、レーザスキャナヘッドを採用しているライバル機に比較しても数段優れている。また、デジタルLEDは小型化、高解像度化、高速化、低価格化が可能であり、性能、品質などあらゆる面でレーザスキャナ方式を凌駕している。



参考文献

- 1) 大瀧：カラー画像評価システム，沖テクニカルレビュー194号，Vol.70 No.2，pp.68-73，2003年4月
- 2) JIS Z 87011
- 3) 松田，他：高速カラープリンタエンジン，沖テクニカルレビュー194号，Vol.70 No.2，pp.34-37，2003年4月
- 4) 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

● 筆者紹介

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 機構開発第三部 部長

若菜隆：Takashi Wakana. 株式会社沖データ NIP事業本部 機構開発センタ 機構開発第三部 第一チーム チームリーダー

早川洋一：Yoichi Hayakawa. 株式会社沖データNIP事業本部 ハードウェア開発センタプロセス制御開発第二部 第一チーム チームリーダー

江端紀夫：Norio Ebata. 株式会社沖データNIP事業本部 アーキテクトグループ