

(3) a-Si 感光ドラムの使いこなし¹⁾ (フルカラーブロッキング キヤノン iR C6800)

梶田恒司
キヤノン株式会社映像事務機デバイス開発センター室長
藤田秀樹
キヤノン株式会社映像事務機デバイス開発センター主任研究員

1 はじめに

キヤノンが2004年に発売したフルカラー複合機 iR C6800 は、フルカラー機ではキヤノンで初めて a-Si(アモルファスシリコン)感光ドラムを搭載している。

iR C6800 のコンセプトは、「オフィスでのカラーシフトを加速させるべく白黒機を置き換え可能であること」である。このコンセプトの実現のために、高表面硬度、リニアな E-V 特性、帯電・光劣化少、高誘電率、という特徴を有する a-Si 感光ドラムを選択した。

2 フルカラー複合機 iR C6800 概要とコンセプト

2.1 概要

フルカラー複合機 iR C6800 は、2002年に発売したフルカラー複合機 iR C3200、2004年に発売したフルカラー複合機 iR C3100 とともに、キヤノンのオフィス向けフルカラー複合機群の一翼を担う。

2.1.1 主要性能

生産性

出力速度 (A4 横連続) :

黒 68ppm/フルカラー15.5ppm

ファーストコピータイム (以下 FCOT という。) :

黒 5.3 秒/フルカラー12.2 秒

解像度 (主走査×副走査) :

読み込み 600dpi×600dpi

書き込み 9600dpi 相当×600dpi

耐久性 :

a-Si 感光ドラム寿命 390 万枚

現像器寿命

黒 100 万イメージ/フルカラー50 万イメージ

2.1.2 エンジン断面

Fig.1 に示す。

a-Si 感光ドラムを中心に、黒現像装置、色現像装置、クリーニング装置等を配置している。

2.1.3 特筆すべき点

- ・ a-Si 感光ドラム
- ・ a-Si 感光ドラム対応ハイブリッドエンジン
- ・ 同クラスの白黒機とサイズ同等のコンパクト設計
- ・ 大容量黒トナーボトル (約 4 万枚分) (Fig.1 で不図示)

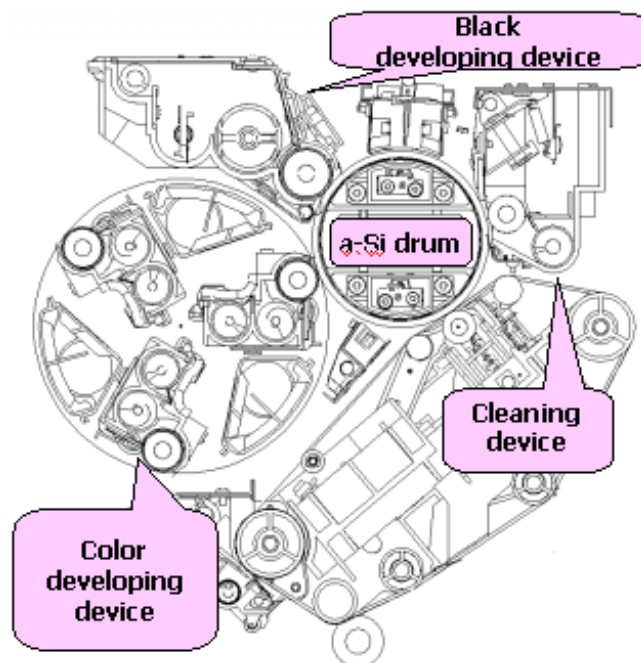


Fig.1 Section of full color MFP iR C6800 marking engine

2.2 コンセプト

「オフィスでのカラーシフトを加速させるべく、白黒機を置き換え可能であること」である。

具体化すると、

白黒機としての性能維持のために低ランニングコスト、長期安定性、高生産性 (PPM・FCOT)

また、フルカラー機としての性能付加である。

この目的のために、「a-Si 感光ドラムを用いたフルカラーシステム」を採用した。

3 a-Si 感光ドラムの特徴²⁾

キヤノンは1984年に、a-Si 感光ドラムの世界初の製品化に成功して以来、出力速度 50ppm 以上のすべての白黒複写機・複合機に a-Si 感光ドラムを搭載しているが、フルカラー機への搭載は、iRC6800 がキヤノンにとって初めてである。

Fig.2 に a-Si 感光ドラムの断面模式図を示す。

特徴は、高い表面硬度、リニアな E-V 特性、帯電・光劣化が少ない、高誘電率である。

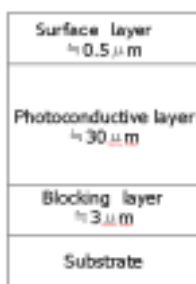


Fig.2 Section of a-Si drum

これらの特徴は、従来より広く用いられている有機光導電体（以下 OPC という。）ドラムと対照的である。

以下順に説明する。

3.1 高い表面硬度

原子結合構造が三次元網目構造であるため、ピッカース硬度で 1500 ~ 2000 である。

Fig.3 に、a-Si 感光ドラムの累積磨耗量の推移を示す。

500 万枚出力後でも 1 μm 程度であり、高い表面硬度を裏付けている。

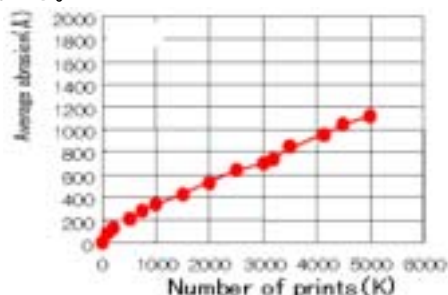


Fig.3 Transition of accumulated abrasion of a-Si drum

3.2 リニアな E-V 特性

Fig.4 及び Fig.5 に、a-Si 感光ドラム及び OPC 感光ドラムの E-V 特性(255 を実用上の最大値とした場合の露光量の相対値 E (横軸) とドラム電位 V (縦軸) の関係)を示した。

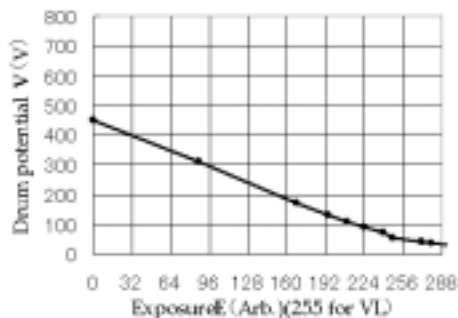


Fig.4 E-V characteristics of a-Si drum

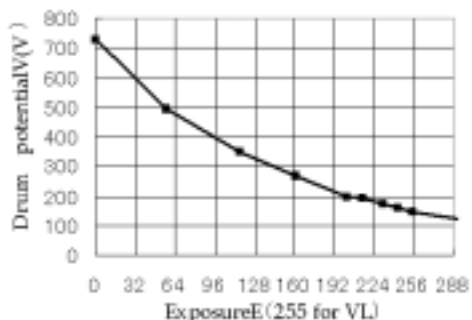


Fig.5 E-V characteristics of OPC drum

a-Si 感光ドラムは E-V 特性がリニアであるため、全

域にわたり階調性が維持されていることがわかる。

3.3 帯電・光劣化が少ない

Fig.6 に a-Si 感光ドラムの E-V 特性の耐久安定性を示す。なお、横軸は露光量の絶対値である。

感光ドラムは一次帯電と露光を受けるため、一般には(特に OPC 感光ドラムの場合)対刷後に劣化するが、a-Si 感光ドラムでは、耐刷後も E-V 特性の変化が小さく、初期の高階調性が維持されることがわかる。

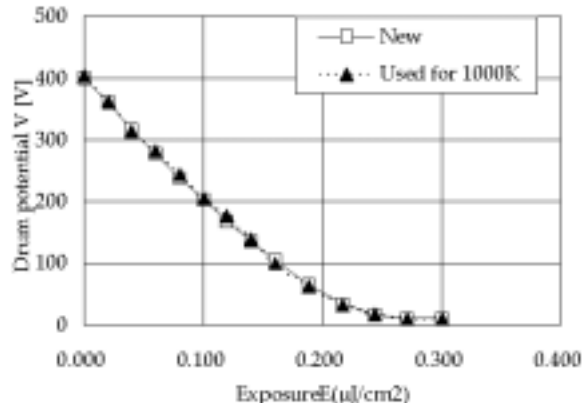


Fig.6 Stability of E-V characteristics of a-Si drum

3.4 高誘電率

Fig.7 に感光ドラム上トナー像のシミュレーション結果を示す。上方が感光ドラム、下方が現像スリーブに相当する。

ε=3 は OPC の場合であり、ε=10 は a-Si の場合である。

ε=10 が高いほどトナーを強く拘束し、忠実なドット再現をすることがわかる。^{3),4)}

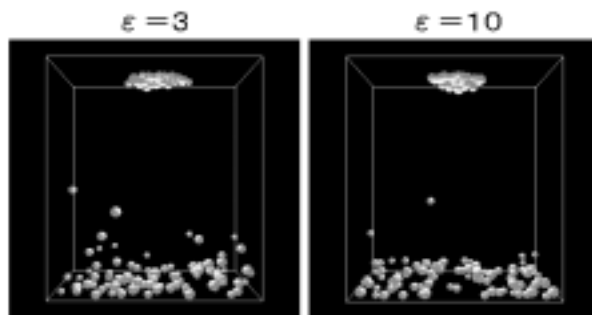


Fig.7 Toner image on drum (Simulated)

Fig.8 に感光ドラム上トナー像を示す。a-Si 感光ドラムは、潜像に対してより忠実に現像し、飛び散りも少ないことがわかる。

なお、Fig.8 は前述の SIM 結果と合致している。

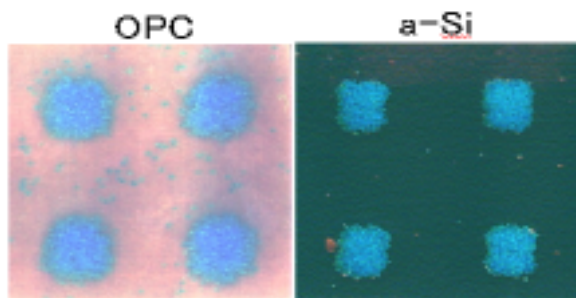


Fig.8 Toner image on drum

上述したような a-Si 感光ドラムの特徴を生かし、システムとして高安定化と高画質化を図ったので、以後、各部の構成と技術につき説明する。

4 各部の構成と技術

4.1 現像システム

黒出力時のランニングコスト低減及び画像の長期安定性を図るべく、黒J現+カラー2成分現像の「ハイブリッドシステム」を採用した。

4.1.1 黒現像

磁性トナーのみを含み、キャリア粒子を含まない現像剤を用いるJ現を採用した (Fig.9)。

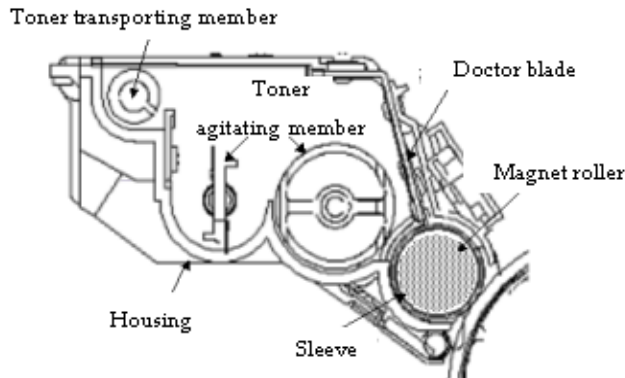


Fig.9 Section of black developing device

現像スリーブ表面には、「カーボンコート」を施した。本技術も、キヤノンのJ現で広く使われているコア技術である。Fig.10に現像スリーブ断面の模式図を示す。

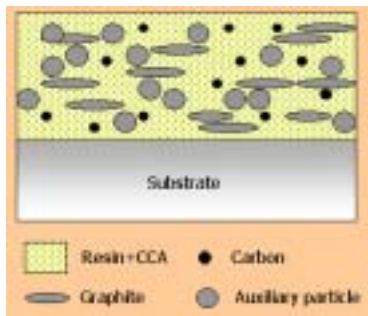


Fig.10 Section of black developing sleeve

素管にアルミ合金を使用しているが、これは a-Si 感光ドラムが内蔵するヒータの熱による変形を防止する等のためである。

カーボンコートの機能は、トナー塗布量制御 (表面粗さ) 及びトナー帯電量制御である。

カーボンコートはまた、耐磨耗性が高い (100万枚で、粗さ変化 $0.14 \mu\text{mRa}$ /削れ $3.3 \mu\text{m}$) ためスリーブ上のトナー塗布量/帯電量が長期間安定するので、感光ドラム上のトナー塗布量/帯電量も長期間安定し、100万枚以上にわたり現像装置の交換が不要である。

現像装置の交換が不要なだけでなく、現像剤がキャリアを含まないため現像剤交換が不要である点はランニングコスト低減につながり、トナー濃度制御が不要である点は初期コスト低減・画像安定につながる。

黒トナーは、新規の小粒径 (重量平均径 $7 \mu\text{m}$) のものを採用した。高画質化・トナー消費量低減のためである。

Fig.11に紙上文字画像を示す。従来の大粒径 (重量平均径 $9 \mu\text{m}$) のものに比べて、画質が改善していることがわかる。



Fig.11 Comparison of character image quality on paper between different toner particle sizes

トナー消費量は約 20%低減されており、ランニングコストの低減をもたらす。

4.1.2 色現像

非磁性トナーと磁性キャリアからなる二成分方式を採用した (Fig.12)。

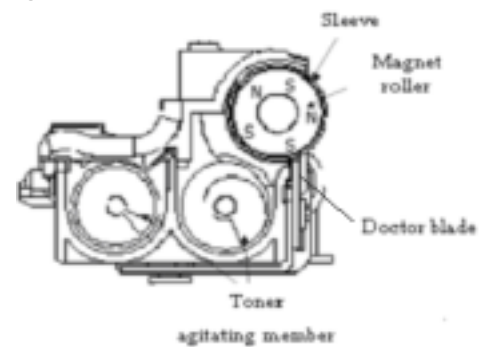


Fig.12 Section of color developing device

色現像装置は Y 用、M 用、C 用の 3 個あり、各色の現像時に選択的に感光ドラムに対向させる (ロータリー方式)。

キャリアは、高抵抗 (従来比約 10^5 倍) /低磁化 (従来比約 $3/5$) のもの (Fig.13) を採用した。

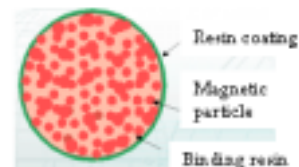


Fig.13 Section of carrier particle

Fig.14に画像信号 (横軸) とドラム上電位 (縦軸) の関係を示す。

従来キャリアでは、現像後の電位低下が発生するが、高抵抗キャリアでは、a-Si 感光ドラムへの電荷注入が防止され、かぶり/キャリア付着及びドット再現性低下が防止される。

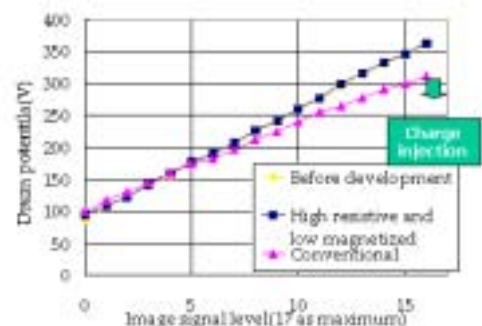


Fig.14 Comparison of charge injection between different carrier resistivity

Fig.15 にかぶり除去電位差（以下 Vback という）（横軸）と感光ドラム上かぶり(左縦軸)及びキャリア付着レベル(右縦軸)の関係を示す。

実線が感光ドラム上かぶり、点線がキャリア付着レベルを示す。

かぶり/キャリア付着に関し Vback の冗長度が大きいことがわかる。

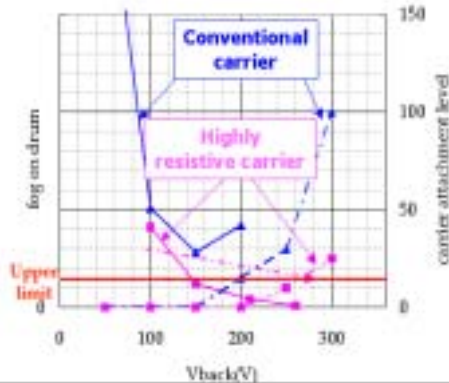


Fig.15 Comparison of fog and of carrier attachment between different carrier resistivity

Fig.16 の上半分に現像スリーブ上の磁気穂を横方向から見た写真を、下半分に現像スリーブ上の磁気穂を上方向から見た写真を示す。キャリアが低磁化であるため、磁気穂が短く画像を乱さないで、画像のがさつきが軽減される。

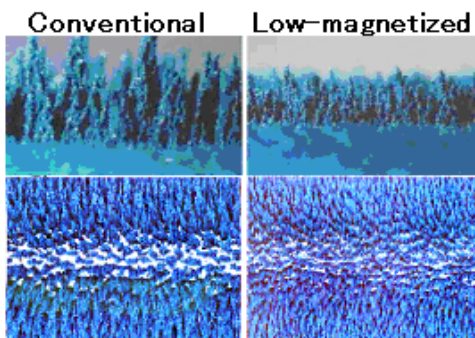


Fig.16 Comparison of magnetic brush between different carrier magnetizations

Fig.17 に画像ノイズのキャリア種比較を示した⁵⁾。縦軸の「画像ノイズ指数」の値は小さいほどよい。

横軸には画像濃度をとった。高抵抗であることと低磁化であることがあいまって、解像度が向上し、画像ノイズが低減することがわかる。

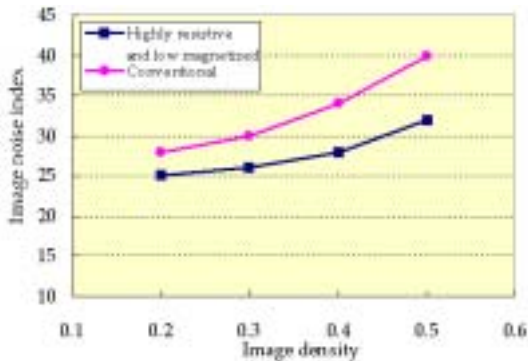


Fig.17 Comparison of image noise between different carrier types

画像ノイズ指数は、画像をスキャナで読み取り、二次元FFT を経て空間周波数特性に変換し、さらに視覚特性を掛け合わせて、周波数成分を積算して算出する。

Fig.18 に色トナー帯電量の推移を示した。現像剤への圧縮が少ない現像装置構成を採用したため、現像剤の劣化が軽減されトナー帯電量が安定し、画像の長期維持が可能となる。

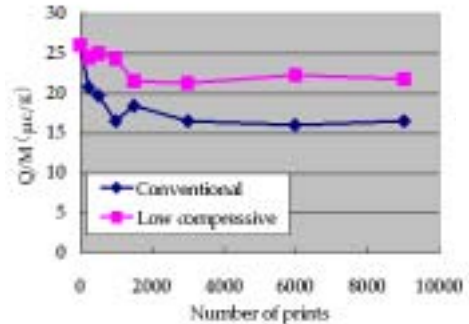


Fig.18 Transition of color toner triboelectric charge

現像バイアスは、ブランクパルス（以下「BP」という）を採用した（Fig.19）。

BP は、矩形波からなる「振動部」と DC 成分のみからなる「休止部」からなり、キヤノンの二成分現像で広く使われている。

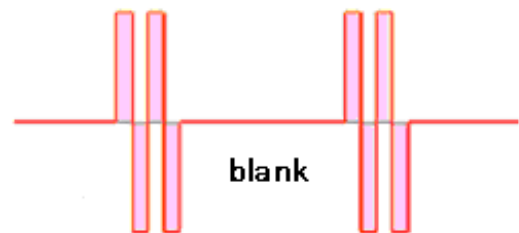


Fig.19 Wave shape of BP bias

Fig.20 に現像前後のトナー粒度分布を示す。

横軸はトナーの粒径、縦軸は各粒径のトナーの比率を示す。潜像に対して十分にトナーを供給でき、トナーの再配列によりほぼ全てのトナーが現像に寄与することがわかる。

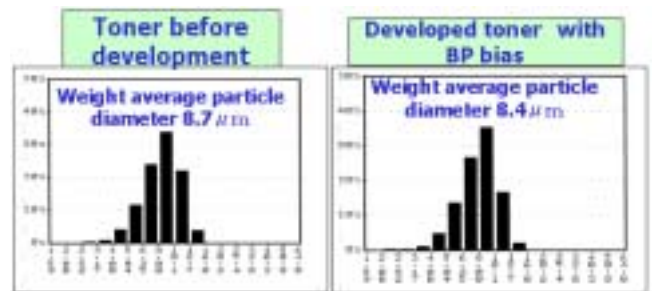


Fig.20 Toner particle size distribution before and after development

4.2 クリーニングシステム

a-Si 感光ドラム上の磁性黒トナーをクリーニングする必要がある点では従来白黒機と同様であるので、従来のキヤノンの白黒高速機に搭載したゴムブレード+マグローラ方式を採用した。

この方式の特徴は、マグローラ上に保持された磁性黒トナーが、感光ドラムに塗布されブレードエッジ部に阻止層を形成する点にある（Fig.21）。

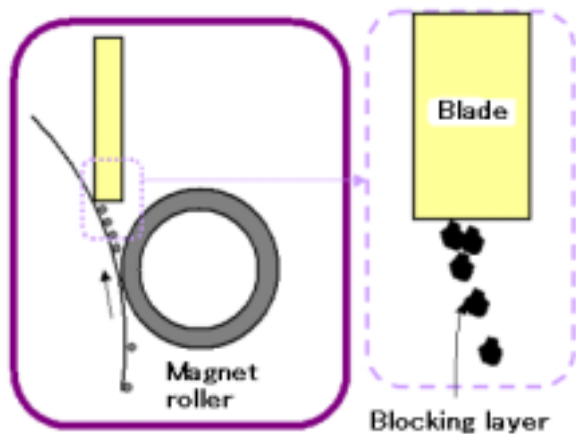


Fig.21 Cleaning device with blade and magnet roller

弱点は、色画像の比率が上昇した際にクリーニング不良が発生しやすくなる点である。

そのメカニズムは、

マグローラ上トナーの色トナー比率が上昇 感光ドラム上に供給されるトナーの色トナー比率が上昇(約70%以上) ブレードエッジに形成されている磁性黒トナー阻止層が減少 クリーニング不良発生 である。

対策として、画像信号に基づいて磁性黒トナーを供給し、マグローラ上の色トナー比率を制御している。

5 まとめ

キヤノンのフルカラー複合機 iR C6800 は、a-Si 感光ドラムと、その特徴を活かす現像・クリーニングシステムを採用したことにより、「オフィスでのカラーシフトを加速させるべく白黒機を置き換え可能であること」というコンセプト、具体的には低ランニングコスト、長期安定性、高生産性 (PPM・FCOT) を実現し、姉妹機・派生機とともに市場で好評を得ている。

キヤノンのコアコンピタンスである a-Si 感光ドラムを中心とした技術を、引き続き製品に展開してゆく。

参考文献

- 1) 榎田恒司:iR C6800 の採用技術/a-Si ドラム対応フルカラー現像システム,2005 年度日本画像学会シンポジウム「カラー電子写真装置の最新技術 2005」(2005)
- 2) 小倉時彦:a-Si 感光体を用いた高耐久プリンティングシステム,2000 年度日本画像学会シンポジウム「電子写真の印刷への進出は今?」(2000)
- 3) 仲野正雄:現像プロセスにおけるトナーの運動解析,Japan Hard Copy '99 論文集 (1999)
- 4) 村澤芳博:アモルファスシリコン感光体を使った電子写真装置の画像特性,Japan Hard Copy '99 論文集 (1999)
- 5) 酒見裕二:乾式現像の解像度向上への取り組み, 2004 年度日本画像学会関西シンポジウム「電子写真の極限画質を探る」(2004)

禁無断転載

2005 年度
ビジネス機器関連技術調査報告書(“ -3”部)

発行 社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会
技術委員会 技術調査小委員会

〒105-0003 東京都港区西新橋 3 丁目 25 番 33 号
N P 御成門ビル 4 階

電話 03-5472-1101

FAX 03-5472-2511