

IV-5 透明トナーによる電子写真画像表現多様化への挑戦

(imagePRESS C1+)

伊藤善邦

キヤノン株式会社 記録プロセス材料開発センター 主任研究員

1. はじめに

電子写真方式による製品は、imagePRESS シリーズはじめ印刷画質に迫る画像再現を現実のものとし、画像情報のデジタル化とあわせ小ロット化／多品種化に対応してきているが、高付加価値の成果物を作成できるという点で対応が遅れていた。デザイン・商業印刷市場においては、印刷物の小ロット化／多品種化が進んでいて、これに対応するべく省力化を目的に印刷再現色の標準化等が進められている。一方で目立つ高付加価値、いわゆる“プラスワン”効果の成果物により、これら一般の印刷物の中で、注目される成果物の作成も活発に行われている。

我々は印刷に於ける高付加価値成果物を調査していく中で、透明インクを用いた成果物に注目した。透明インクで価値を付加した印刷物は、他の特殊インクによるものより画像への付加価値が大きく、また応用範囲が広いと判断され、また印刷でその用途が拡大してきている透明インクの印刷物は、その校正作業において満足行く校正手段が無いことも分かった。

無版で画像形成が可能な電子写真に透明トナープロセスを搭載することで、小ロット化／多品種化に対応できると共に、高付加価値成果物ビジネスの機会を提供でき、また前述の校正作業への製品提供も可能になると判断され「imagePRESS C1+」の製品化に着手した。ここでは、imagePRESS C1+の製品概要、透明トナーにおける画像表現について報告する。Fig.1 に imagePRESS C1+の外観を示す。

2. 製品概要

2. 1 商品コンセプト



Fig.1 Outside view of imagePRESS C1+.

imagePRESS C1+は、先行発売されている imagePRESS C1 で達成した「フラットグロス」技術を元に、さらに新たな電子写真画像表現を目指して開発したものである。そのために、第5番目の色であるVトナークリア（透明トナーまたはクリアトナー）を新規開発し追加している。また imagePRESS C1 と同じ大きさ、価格帯、クリア版の簡易なハンドリング、4色モード・5色モード・クリア単色モードの容易な使い分けをコンセプトに開発された。

2. 1 搭載技術

Fig.2 に imagePRESS C1+のエンジン断面を示す。imagePRESS C1+は透明、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの5色ロータリー現像方式、ワンドラムタイプで、採用技術は、imagePRESS C1 と同じく、感光体は長寿命 OPC ドラムであるEドラム(Excellent drum)、トナーは平均粒径 $5.5\mu\text{m}$ 、ワックスを微細に分散した粉砕トナーVトナー (Vivid color toner)、キャリアはTキャリア (Tough carrier) を採用している。

また、1次帯電はコロナ帯電方式、クリーニング装置は弾性ブレード方式であり、エンボス紙などの対応メディアを拡張する弾性中間転写ベルト、「フラットグロス」画像を実現するための定着装置であるベルト&ローラ定着方式 (Fig. 3 左) を採用している。

imagePRESS C1+ではさらに、新規透明トナーであるVトナークリアを開発し、光沢差を生かして、グロス/マット表現、すかし模様、メタリック調/パール調など紙面に幅広い装飾効果を生み出すことが可能となった。透明トナーを利用したグロス/マット効果再現にはそれぞれの用途にあわせたグロストナー/マットトナーを用意する方法もあるが、imagePRESS C1+では一種類の透明トナーで両方の効果が出る様工夫した。新開発のVトナーは混練粉碎タイプであり、熔融特性とトナー熔融界面の特性を、カラートナー特性とマッチングするよう設計した。Fig. 3 右に透明トナーの拡大写真を示す。

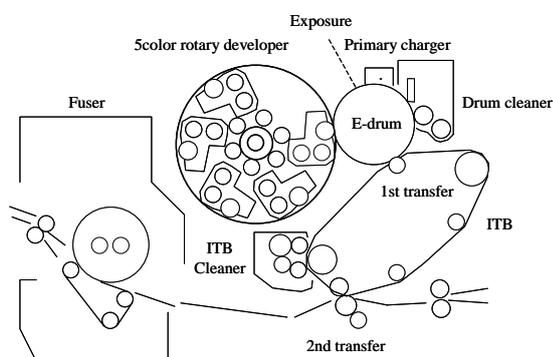


Fig.2 Inside view.

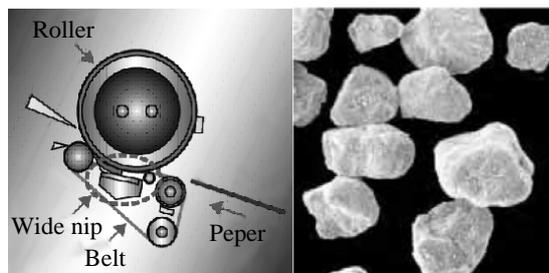


Fig.3 Roller&belt fuser and V-toner clear

2.3 透明トナーの画像形成

Fig. 4に透明トナーの2つの画像形成方式を示した。1つ目の方式は、「多重画像形成 (Mltpass)」と称するもので4色のプレプリント紙に対して透明トナーのみ転写するオフラインクリアシステムである。プレプリント紙としては、imagePRESS C1+の出力紙を含むimagePRESS系、imageRUNNER系、オフセット印刷出力紙などが使用できる。ただし、オイル定着系の電子写真出力紙には対応しない。

また2つ目の方式は、「5色画像形成」と称するイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックと透明トナーの合わせて5色を同時に画像形成するインラインクリアシステムである。本方式は、弾性中間転写ベルト上にベルト近傍側から、透明、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックを順次1次転写し、5色まとめて2次転写、定着する方式である。

上記2つの透明トナーの画像形成方式を使い分けることで、後述する多様な光沢表現が可能となる。本論文では主に最初の多重画像形成を中心に透明トナーによる光沢画像表現について以下に説明する。

3. 透明トナーによる光沢表現の基本原則

3.1 透明トナーによる光沢表現の必要条件

マットからグロスコート紙の各光沢に応じた「フラットグロス」表現ができることが前提として必要である。元々imagePRESS以前の従来の電子写真のようにトナー載り量と光沢度の関係がFig. 5のようにハーフトーン領域で光沢が低くベタ領域で光沢が高くなるような光沢特性では、そもそも1枚の画像内で光沢の高低による違和感があった。そこでこの違和感を解消するために、imagePRESS C1において、各用紙グロスに合わせ、再現画像の全濃度領域のグロスを併せるとい、グロスコントロールを達成している。Fig. 5はグロス40%の用紙上に作成した画像のグロスである。

フラットグロス再現が可能になると、画像要素の一つであるグロスそのものを用いて、「光沢差による画像表現」が可能であることに着目した。一般に光沢差表現は、同一画像中の比較対象部とのグロス差が大き

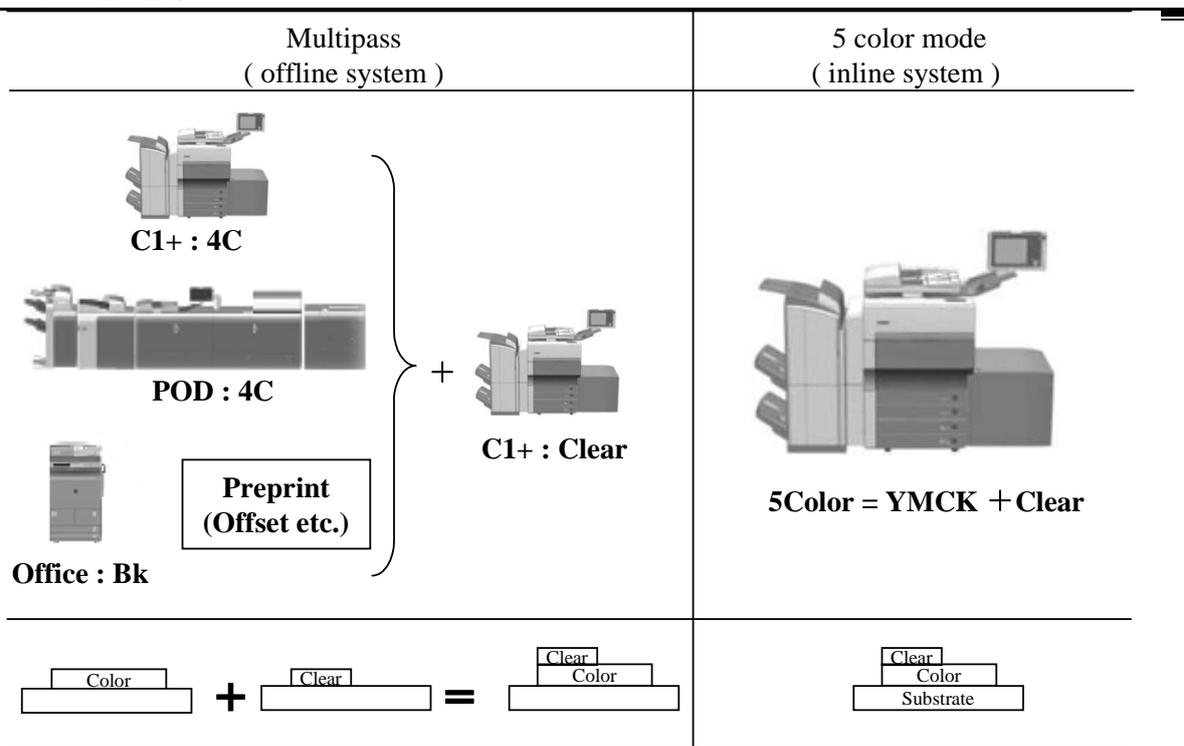


Fig.4 Clear toner print mode.

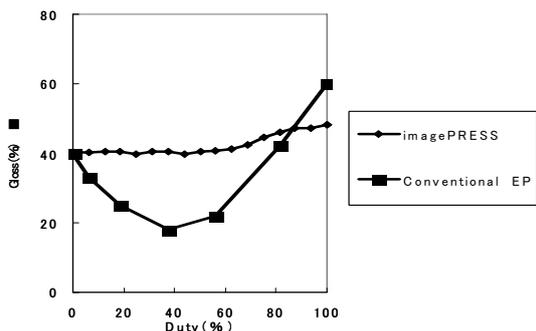


Fig.5 Gloss profiles.

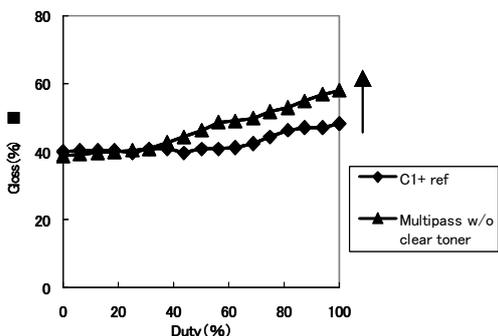


Fig.6 Gloss profile of Multipass w/o clear toner.

いほど表現効果が高い。

具体的には、トナー像を対象にした場合は表現したい画像にもよるが、ベタ部で最低 Δ 30%程度ないと効果的な光沢表現が出来ない。

Fig. 6 は imagePRESS C1+の光沢特性と、imagePRESS C1+の出力紙を再度定着器に通したときの光沢特性である。つまり、imagePRESS C1+のフラットグロスが、多重の2回目で再度定着器を通ることによって1回目のトナー像が再加熱され光沢が上昇していることを表しているグラフである。ベタ部で光沢が Δ 10程度上昇しているのがわかる。2回目の定着器を通して光沢が上昇するのは、V トナーがホットオフセットしにくいことを示している。これは部分透明トナー画像で多重画像形成したときの透明トナーが無い部分を想定したものである。

Fig. 7 は imagePRESS C1+の光沢特性と、imagePRESS C1+の出力画像に透明トナー画像を多重画像形成したときの光沢特性である。つまり、多重の2回目は、1回目の出力紙上に透明トナーを転写、定着し光沢が低下していることを表しているグラフである。

ここで、1回目の出力紙のトナー上に2回目のトナーを重ねることで光沢が低下しているが、これは定着条件やメディアにも依存する。Fig. 7 は2回目の定着温度を最大に下げた場合を表したもので、1回目の画像である4C画像に対しベタ部で Δ 30%のグロス差が

出来ている。imagePRESS C1+ではユーザが「光沢補正」機能を使用しメディア毎に定着温度を変えて光沢を調整することが出来る。

画像部 Δ 30%程度のグロス差を作るために、各メディア光沢に応じてフラットグロス表現可能なVトナーと同等な、しかも高温オフセットや低温定着不良が発生しないで、グロスコントロールに対応できる透明トナーが必要なことが理解されると思う。

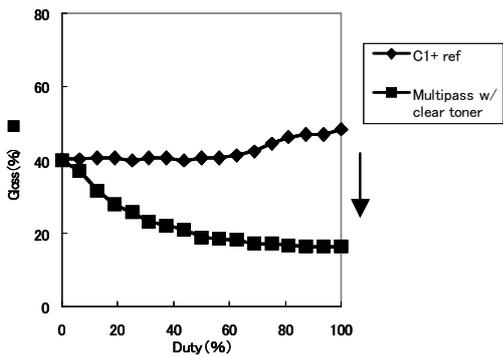


Fig.7 Gloss profile of Multipass w/ clear toner.

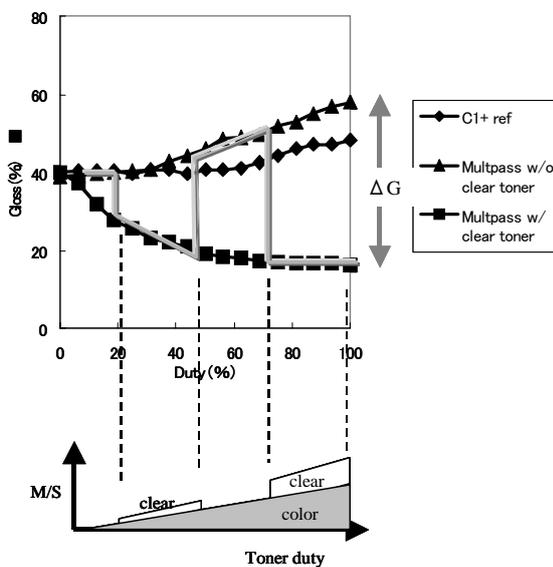


Fig.8 Gloss effect by Δ gloss.

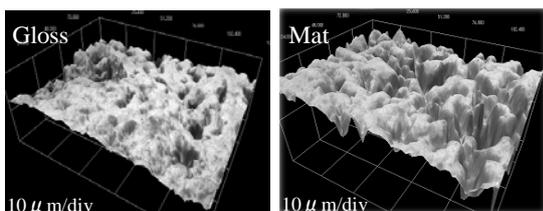


Fig.9 Toner profile (after fusing).

3.2 透明トナーによる光沢表現の必要条件

Fig.8はFig.6とFig.7を合体したもので、これを用いて光沢差によるグロス効果を実現する方法を説明する。

Fig.8下部に画像形成イメージを示す。1回目の画像形成に階調画像の4C、2回目の画像形成に部分コートとしての透明トナーを形成した例を示す。透明トナー無しの部分は光沢が上昇しており、透明トナー有りの部分は光沢が低下している。その上下の光沢差 Δ Gにより色トナー画像上に光沢差をつけていることを示している。Fig.8からわかるようにトナー載り量の多いベタ付近で Δ 40%程度と光沢差が大きく、その効果ももっとも大きいことがわかる。

Fig.9に前述した多重画像形成にて光沢が上昇したときのトナー表面 (Gloss) と、低下したときのトナー表面 (Mat) のレーザー顕微鏡の写真を示す。Glossの方が表面粗さが小さく、Matの方が表面粗さが大きく、多重画像形成の光沢差再現が有効に行われている様子がわかる。

4. 光沢表現各論

次に、前述のような基本原理に基づく多様な光沢表現についていくつかの例を紹介する。

4.1 色トナーvs透明トナー

Fig.10に色トナー画像上に透明トナーを用いて光沢差表現をする概念図と画像サンプルの写真を示す。前章で説明した多重画像形成により形成される。色トナーのみの場所は2回定着の効果により光沢が上がり、透明トナーを重ねた場所は光沢が下がっている。サンプルの写真では色のベタ画像の上に円が並んだ透明トナー画像を重ねていることで、円の中の光沢は下がり、円の外の光沢が上がっていることがわかる。逆に円の中の光沢を上げたい場合は、前述の透明トナーのネガ画像となる画像を重ねると良い。

また、多重画像形成の順番を逆にして透明トナー画像を先に出力し、その出力紙に色トナーを重ねても良い。その場合1回目の透明トナー部のみの部分は光沢が上がり、2回目に色トナーを重ねたところは光沢が

下がる。

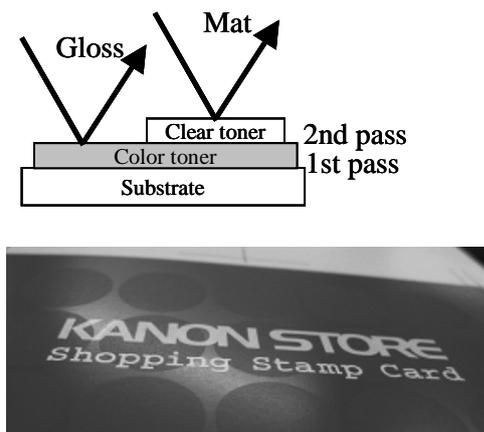


Fig.10 Clear toner gloss vs color toner gloss.

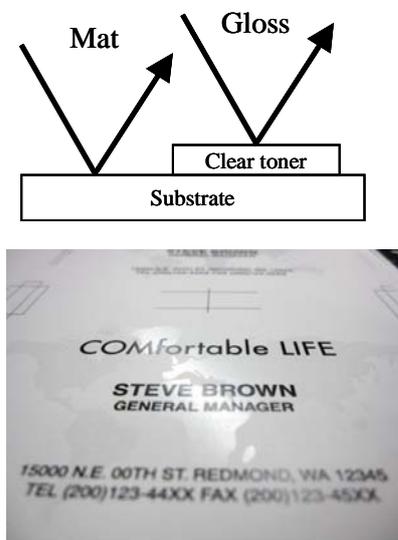


Fig.11 Clear toner gloss vs paper gloss.



Fig.12 Metallic/Pearl like effect.

4. 2 紙 vs 透明トナー

Fig. 11 に示したのは、紙の白地上に透明トナーを載せて、紙の白地の光沢 G_p と透明トナーの光沢 G_{clear} の光沢差により表現する方法である。サンプル写真はマット紙に透明トナーを載せて

$$\text{紙グロス } G_p < \text{透明トナーグロス } G_{clear}$$

にて表現しているものである。すかし、クリアマーク、クリア文字などと称する。白地に透明トナーを載せた場合、反射濃度は低く、白地に対して光沢差は有るので、正反射光を見ると光って見えるが、それ以外の角度から見ると見えにくいため、すかしと呼んでいる。クリア画像がマークならクリアマーク、文字ならクリア文字と称する。普通紙やマットコート紙を使用した場合、 $G_p < G_{clear}$ となり効果的である。プリントモードは多重画像形成、5色画像形成共に適用可能である。多重でカラーとクリアの順序を逆にしてクリアを先にすると、クリアの2回定着効果により、クリアの光沢をより上げることができる。また、高グロス紙を使用した場合、 $G_p > G_{clear}$ となり効果を得ることができる。

4. 3 メタリック調・パール調

Fig. 12 に示したのは、メタリック調、パール調表現であり、薄い色トナーと透明トナーを載せることで表現できる。トナー層表面の正反射光と透明層内での内部散乱、紙表面での散乱によりメタリック調、パール調に見える。色トナーは Y、M、C、K のどれでも、またこれらの組合せでも良いが、載り量が多くなると散乱光が少なくなり通常の色トナーのみの時と同じようになり、メタリック調、パール調の効果は薄れていく。本来のパール光沢とは、真珠の表面が炭酸カルシウムとタンパク質の薄層が交互に折り重なっており、その平行に配列した二層の境界で起こる入射光の規則的多重反射、薄層の厚み、角度により、可視光線の波長のいずれかが干渉し、干渉色（虹彩色）となるものである。また、自動車の塗装などで使用されるメタリック光沢とは、アルミの微粒子を色塗料に混ぜて塗布し、さらに透明塗料で保護層を設けており、アルミ微粒子での光の散乱によりキラキラ反射して見えるものであ

る。これは画像中に少量配置された色トナーの反射光が、色トナーの上から配置された透明トナーの多重散乱効果によるものと考えられるが、パールの場合と異なり多重反射面がランダムなため、干渉色は発生せず色トナーの色味でのパール調再現になると考えている。

imagePRESS C1+では、透明トナーを用いることでパール光沢やメタリック光沢に近い表現が可能となる。

5. まとめ

imagePRESS C1で達成した「フラットグロス」をベースに、透明トナーを付加することにより、トナー像上で光沢差を表現することが可能となった。また、透明トナーを白地部に乗せることで、白地部との光沢差で表現することが可能となった。さらに、透明トナーを微少の色トナーの上に重ねることで、メタリック調・パール調を表現することが可能となった。

Fig. 13 に透明トナーによる光沢表現をまとめた。

以上、新規 V トナークリアを搭載した imagePRESS C1+の搭載技術と、クリアトナーを用いた光沢表現について解説した。

電子写真による成果物の高付加価値化は、透明トナー技術のみならず、さらに発展していくものと思われる。今後も電子写真技術が進歩することによって、世の中に貢献できるようになれば幸いである。

1) 大島壮一 編：機能性インキ技術，シーエムシー出版（2007），pp.148-156.

注記

この原稿は日本画像学会誌 VOL.48 No.3 179号（2009）に掲載されたものです。

Copyright 2009 The Imaging Society of Japan

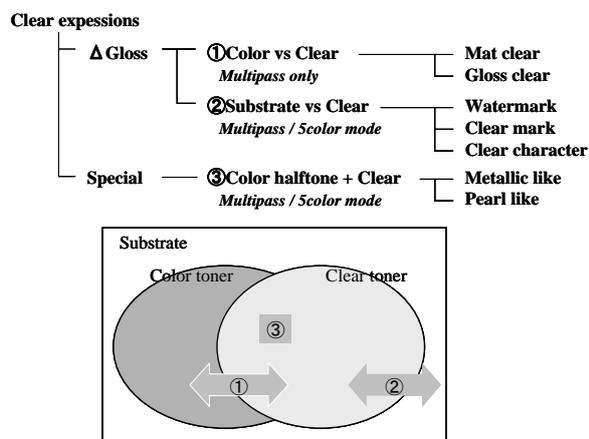


Fig.13 Clear toner expressions.

禁 無 断 転 載

2009年度「ビジネス機器関連技術調査報告書」“IV—5”部

発行 2010年4月

社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会 (JBMIA)

技術委員会 技術調査小委員会

〒105-0003 東京都港区西新橋三丁目 25 番 33 号 NP 御成門ビル

電話 03-5472-1101(代表) / FAX 03-5472-2511