

# クリアトナー画像形成技術

## Clear Toner Marking Technology

---

### 要 旨

---

電子写真技術は高速化・高画質化が進み、Print on Demand に対応するデジタルプリンターの技術としても発展している。ここでは、画質を更に向上させたり、新たな付加価値を提供するクリアトナーを用いたマーキング技術の概要を紹介する。

### Abstract

---

Xerography technology has made great progress in terms of speed and image quality, and is evolving as a technology for digital printers enabling “on-demand printing.” This report summarizes the marking technology that uses transparent toner in offering new printer applications.

沼尾 和則 (Kazunori Numao)  
野上 豊 (Yutaka Nogami)  
鷲野 滋基 (Shigeki Washino)  
臼井 聡 (Satoshi Usui)

## 1. 緒言

印刷業界では、オンデマンド性が高く、製版代のかからないデジタルプリントシステムへの要求が増加している。一方、電子写真技術の進化に伴い、電子写真方式のデジタルプリントシステムは高画質化・高速化が進み、従来のオフセット印刷に近い高画質なプリントを提供することが可能となってきている。しかしながら、オフセット印刷と比べると電子写真技術を用いたプリント方式は、光沢差や段差といった表面性や、極低濃度領域の粒状性、エンボス紙に代表される用紙汎用性に未だ課題がある。更に、オフセット印刷で実現出来るプリント単価の高いメタリック出力や高光沢処理などの装飾出力は、従来の電子写真技術では困難であった。そこで、電子写真技術の画質をオフセット印刷に近づけ、新たな付加価値を提供してデジタルプリントシステムの市場を拡大していくために、クリアトナーを用いた画像形成技術の技術開発を行なった。富士ゼロックスでは、お客様への本技術の価値提供は、従来の電子写真プリンターでは実現出来なかった付加価値プリントを可能とすることであると考えている。

## 2. クリアトナーを用いた画像形成技術

表 1 は、画質レベルと各種付加価値プリントの適応可否について、オフセット印刷と従来の電子写真技術を比較したものである。これらのオフセット印刷と差のある項目について、クリアトナーを用いて対応の可能性を検証した。

表 1. 透明トナー画像形成技術  
Clear Toner Marking Technology

		オフセット印刷	電子写真技術	
付加価値プリント技術	エンボス紙転写	○	×	
	擬似メタリック(金銀)	○	×	
	スポットグロス	○	×	
	透かし文字	○	×	
	高光沢プリント	○	×	
画質改善技術	表面性	段差	○	×
		グロス差	○	×
	粒状性	○	×	

## 2.1 付加価値プリント技術

### 2.1.1 エンボス紙転写

凹凸を持つエンボス紙は図 1 に示すように、二次転写工程時に用紙凹部と中間転写ベルトとの間に Gap が発生することで、電界が不足して転写不良が発生する。その結果、エンボス紙の凹部にトナーが十分にのらないため、画像濃度のムラが発生する。



図 1. エンボス紙転写イメージ  
Transfer to Embossed Paper illustration

この用紙凹部で発生する Gap による転写性の悪化を改善するために、クリアトナーを中間転写ベルト上で有色トナーの最下層に設けることで、有色トナーの二次転写不良の影響を抑制して画質を改善することができる(図 2)。

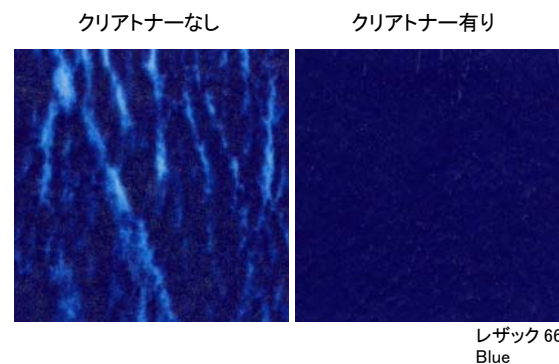


図 2. エンボス紙画像の拡大写真  
Enlarged Image on Embossed Paper

図 3 では、使用するクリアトナーの量、用紙の表面粗さと転写性の関係を示したものである。クリアトナーの量を 4.0g/m<sup>2</sup> 程度に設定する

ことでおよそ 90 $\mu\text{m}$  までの表面粗さを有するエンボス紙に対応することが可能である。

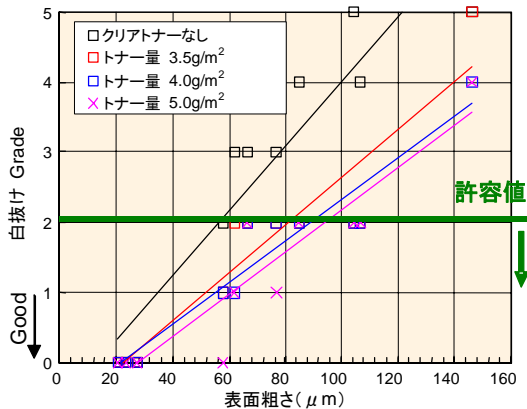


図 3. 転写可能表面粗さ  
Translatable Surface Roughness

### 2.1.2 高光沢プリント技術

オフセット印刷は後工程での処理で、UVコートやPPラミネートによって高光沢な画質を実現している。一方、クリアトナーを用いた電子写真技術では、画像形成時に有色トナーを作像する工程で、クリアトナーを用紙表面全面にのせた後に冷却剥離定着で定着することで、図4に示すような均一な光沢のあるプリントが得られる。この冷却剥離定着技術は、コンビニエンスストアのマルチコピー機に搭載されているデジカメプリント技術(図5)を応用したものである。このデジカメプリント技術では、表面に熱可塑性の樹脂をコートした専用紙を用いているが、クリアトナーを用いることで市販の用紙に対応できるために、用紙汎用性を向上させることができる。

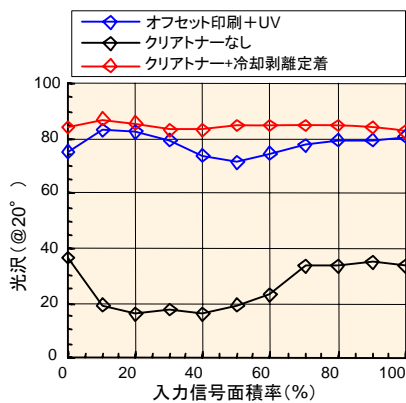


図 4. 光沢分布  
Gloss Distribution

また、後述するクリアトナーをイメージワイス処理により画素毎のトナー量を制御することで、更に高光沢で平滑性の高い表面性を得ることができる。

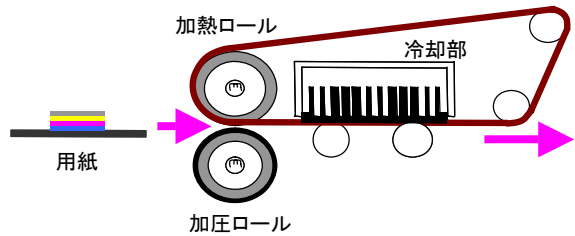


図 5. 冷却剥離定着器  
MACS (Melt Adhesion and Cooling Strip) System

### 2.1.3 疑似メタリック技術

オフセット印刷の金や銀といったメタリックプリントは、アルミなどの金属粉をインクの中に入れることで実現している。インクの中に金属粉を入れることで、金属粉の大きさに相当する画像部からの反射光に揺らぎが発生してメタリック感が発現している。しかしながら金属粉をトナー中に入れると、電子写真技術では電気抵抗が下がってトナーが帯電しなかったり、短絡して電界をかけることができないなどのためオフセット印刷と同様な方法でメタリック感を出すことができない。そこで、画像濃度にオフセット印刷のインクに含まれる金属粉(50~80 $\mu\text{m}$ )と同様な周期のノイズを入れて視覚的な揺らぎを与え、更にクリアトナーを有色トナーの表面にのせて光沢を付与することで擬似的なメタリック感を発現できる(図6)。

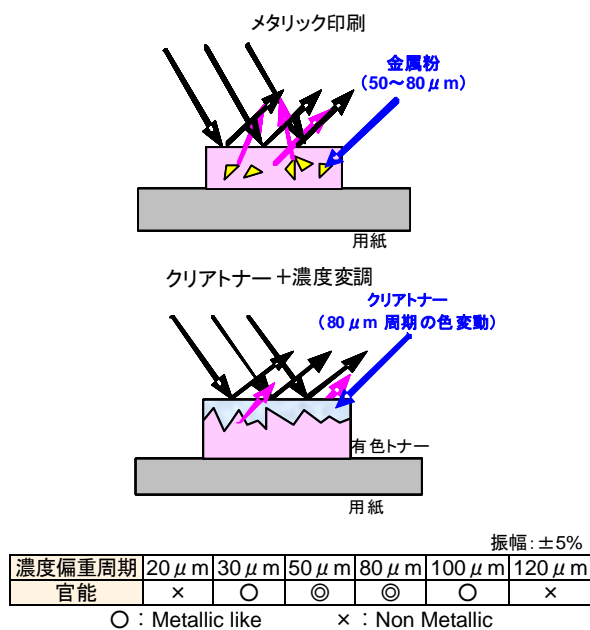


図 6. 疑似メタリック技術  
Pseudo-Metallic Technology

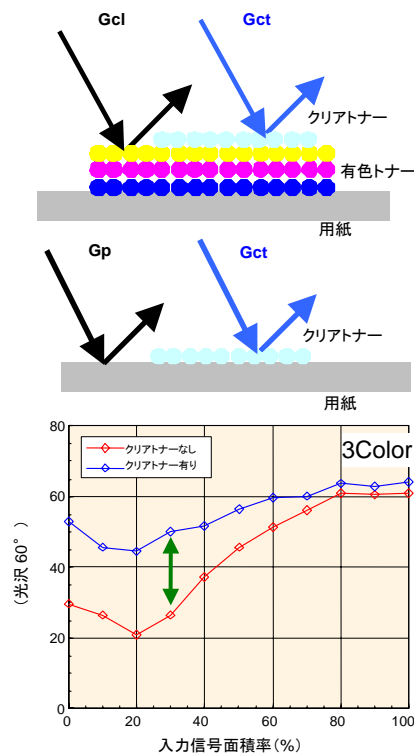


図 7. 光沢差比較  
Comparison of Differential Gloss

### 2.1.4 スポットグロス・透かし文字

オフセット印刷では透明ニスを部分的に塗布することで光沢差を出し、例えばクリスマスカードに装飾効果を付与することができる。電子写真技術でもクリアトナーを部分的にのせることで同様な機能を持たせることができる。

有色トナーの上にクリアトナーをのせることで、有色トナー部の光沢 Gcl とクリアトナー部の光沢 Gct の間には、

$$Gcl \neq Gct$$

の関係となる。この光沢差を付与することにより、装飾効果を得ることができる。

同様に、用紙上にクリアトナーをのせた場合には、用紙の光沢 Gp とクリアトナー部の光沢 Gct の間には、

$$Gp < Gct$$

の関係となる。用紙白地にクリアトナーをのせた場合、濃度は低く白地に対して光沢差があるので、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くなるため、例えば透かし文字を形成し、簡易な偽造防止などの機能を付与することができる(図7)。なお、装飾効果は、この光沢差が大きいほど視認性が高くなるため、マット紙を使用した方が好ましい。

## 2.2 画質向上技術

### 2.2.1 表面性向上技術

画像段差はインクやトナー中の顔料の含有量と相関があり、電子写真技術で使用されるトナーの顔料含有量が6%前後であるのに対して、オフセット印刷ではインク中の顔料含有量が15~25%と多く、同じ画像濃度を得るための総量と固形分はオフセット印刷の方が少ないため、画像を形成する層を薄くすることが可能となり画像段差は小さい(図8)。

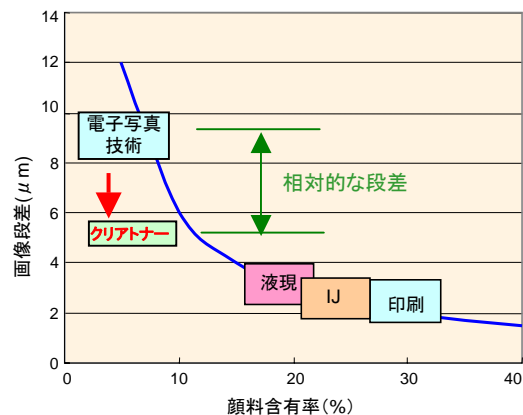


図 8. 段差のシステム比較  
Relief Comparison

そこで、有色トナーの総量が少ない領域にクリアトナーをのせてトナー総量の差を低減して、高濃度で厚みのある画像部分と低濃度で薄い部分の相対的な段差を少なくすることで平滑性を向上させることができる。また、白地部は、有色トナーをほとんどのせることなく用紙の表面で再現しているため、着色してトナーがのっている画像部と光の反射が異なり光沢差となる。この有色トナーの画像部との段差を低減するために白地部にクリアトナーをのせた結果として、光の反射が均一になるため、光沢の均一感の高いプリント画像を作り出すことが可能となる(図9)。これにより、図10に示すように光沢差が40(60°Gloss)あったものが10程度まで低減できる。

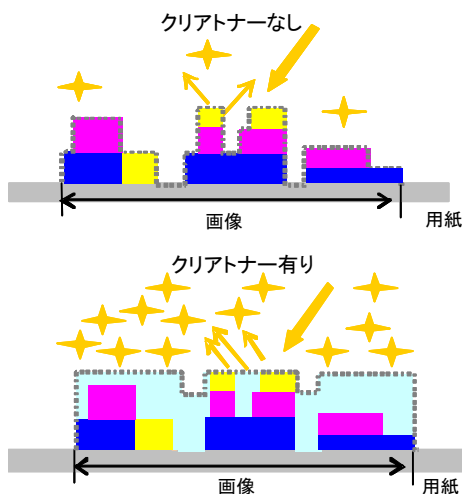


図9. 表面性改善  
Improved surface gloss

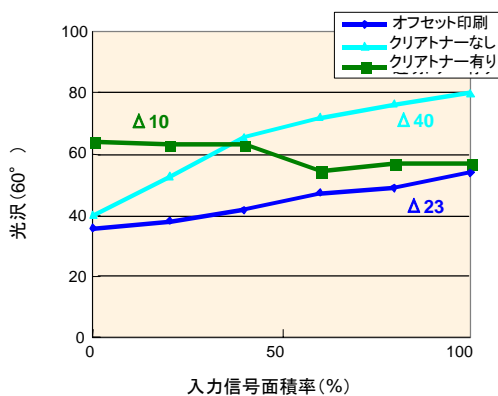


図10. 光沢差改善効果  
Differential Gloss Improvement

このように、クリアトナーをのせることで、低濃度領域における用紙の地合で発生する凹凸とスクリーン構造による光の散乱の影響による光沢の低下を抑制出来ることが分かる。

また、一律にクリアトナーをのせることで表面性の向上はみられるが、後述するクリアトナーをイメージワイズ処理により画素毎のトナー量を制御することで、更に段差と光沢差を低減でき、オフセット印刷に近い表面性を確保することができる。

### 2.2.2 画質改善技術

電子写真技術は、各プロセス工程に画質劣化の要因を持っている。特に二次転写工程では、ドットの位置ばらつき、形状ばらつき、トナーの飛散等が極低濃度領域で顕著に発生して、粒状性が悪化する。そこで、中間ベルト上の最下層にクリアトナー層を設けることで、クリアトナーには転写不良やトナー飛散が発生するが、中間ベルトに直接接触しない有色トナーは、安定して転写することが可能となるため粒状性を向上することができる(図11、図12、図13)。なお、例えばピクチャリアルな画像のみに限定するなど、画像情報に応じてクリアトナーを選択塗布することで、クリアトナーの消費量を抑えることができる。

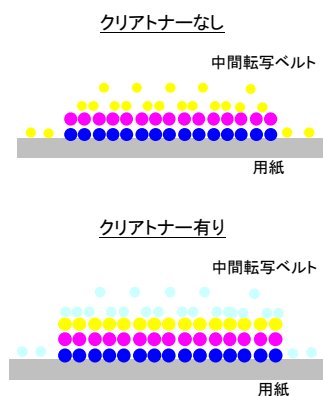


図11. 粒状性改善効果  
Graininess Improvement

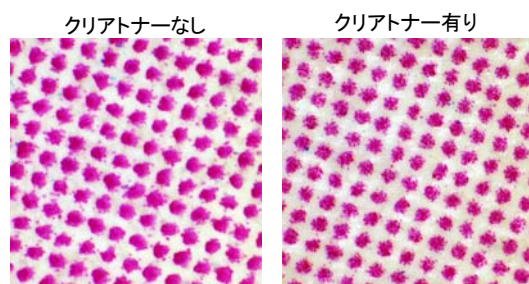


図 12. 用紙上拡大写真  
Image on Paper

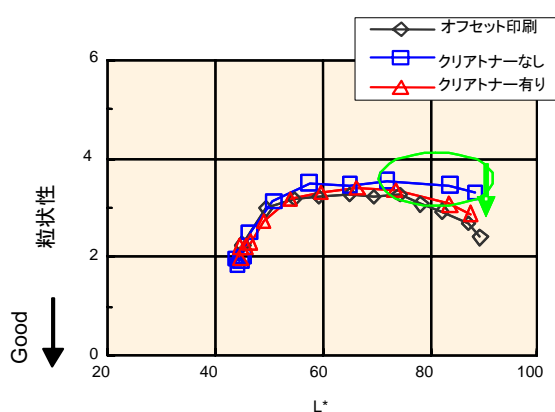


図 13. 粒状性改善効果  
Graininess Improvement

### 2.3 イメージワイズ技術

電子写真技術はトナーの消費量抑制や定着装置の能力により単位面積当りにのせられるトナー量には制約がある。そのため、画質改善技術や高光沢プリント技術を実現する上でクリアトナー量を制御する技術が必要となる。

前章で述べたように、クリアトナーをトナー量の少ない部分にのせて段差を埋めるとき、各画素のトナー量がなるべく均一となるよう、画素毎に有色トナーの画素情報を抽出して必要クリアトナー量を算出する方式（平準化補正）では高速な処理が可能だが、例えば光沢のある髪の毛などの高濃度部の段差部分では急激に変化するトナーの段差を埋めきれず段差感が残ってしまう。そこで、画素情報から段差が大きい部分を抽出し、より滑らかにクリアトナーで段差を補正する処理を施すことで視覚的な段差感を大幅に低減（段差抽出補正）できる（図 14）。

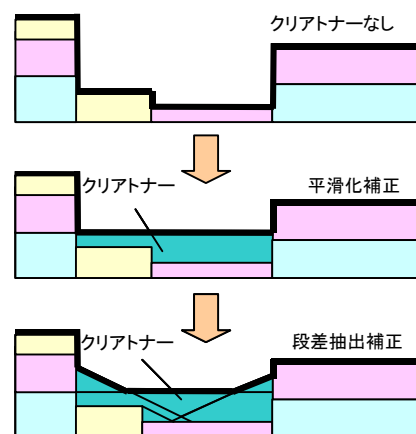


図 14. イメージワイズ技術概要図  
Image Wise Technology

このイメージワイズ技術を高光沢プリント技術、表面性向上技術に使用することにより、高品位なプリントを実現できる。

### 3. 最後に

以上のように、有色トナーにクリアトナーを加えたマーキング技術によって電子写真方式のデジタルプリンティングシステムでもオフセット印刷に近い画質や付加価値プリントを提供することが可能となる。

本技術の一部は4色のカラートナーマーキングエンジンに加えて、クリアトナーマーキングエンジンを搭載した構成でColor800Press、Color1000 Pressに展開されており、Print on Demand市場において新たな価値提供を始めている。

### 4. 参考文献

- 1) 日本画像学会誌 第44巻第1号\_KodakNexPress デジタルプロダクション印刷テクノロジー
- 2) 日本画像学会誌 第48巻第3号\_クリアトナーによる電子写真画像表現多様化への挑戦
- 3) 日本画像学会誌 第49巻第1号\_電子写真による付加価値画像の進化

#### 筆者紹介

沼尾 和則

研究技術開発本部マーキング技術研究所に所属

Marking & Material Technology Laboratory

専門分野：画質設計

野上 豊

研究技術開発本部マーキング技術研究所に所属

Marking & Material Technology Laboratory

専門分野：機械設計

鷺野 滋基

研究技術開発本部マーキング技術研究所に所属

Marking & Material Technology Laboratory

専門分野：画質設計

臼井 聡

デバイス開発本部次世代マーキングプラットフォーム開発部に所属

Advanced Marking Platform Development

専門分野：機械設計