

オフィスの環境活動を推進する消せるトナー e-blue™

Promotion of Environmental Conservation in Offices by e-blue™ Decolorable Toner

ファクター 3.46 (2006 / 2000)

価値ファクター 0.98

環境影響低減ファクター 3.53

松村 文代

齊官 貞雄

高山 暁

■ MATSUMURA Fumiyo

■ SAIKAN Sadao

■ TAKAYAMA Satoshi

東芝がオフィスの紙削減を目的として開発した消せるトナー e-blue™ は、その主効果として“オフィスのOA用紙の購入量及び廃棄量の削減”があり、実績では20～60%削減されている。加えて、紙削減による“二酸化炭素(CO₂)排出量の削減”や“職場の環境意識のアップ”などが環境効果として挙げられ、これからの企業の環境経営やISO14001への対応に貢献できる製品である。この製品と技術は、2007年度 第34回「環境賞」の「環境大臣賞・優秀賞」を受賞した。

Toshiba began selling e-blue™ decolorable toner, which allows the reuse of printed paper in offices, in 2003. The utilization of this decolorable toner results in reductions in the purchase and disposal of paper, leading to reduced carbon dioxide emissions as well as the dissemination of environmental consciousness among employees. The introduction of e-blue™ into offices has been shown to decrease paper consumption by 20-60%, thereby significantly contributing to the activities required under the ISO 14001 standards.

1 まえがき

昨今のIT(情報技術)化は、プリンタやコピー機などに使用するOA用紙の消費を急増させ、紙の大量消費が解決すべき地球環境問題の一つとして取り上げられるようになった。紙のリユース(再使用)及びリサイクル(再生利用)技術は、その課題を解決しうる手段として注目されている。特にオフィスでは、プリントアウトされる用紙の大半がすぐに廃棄される紙と言われており、紙のリユース効果は大きい。

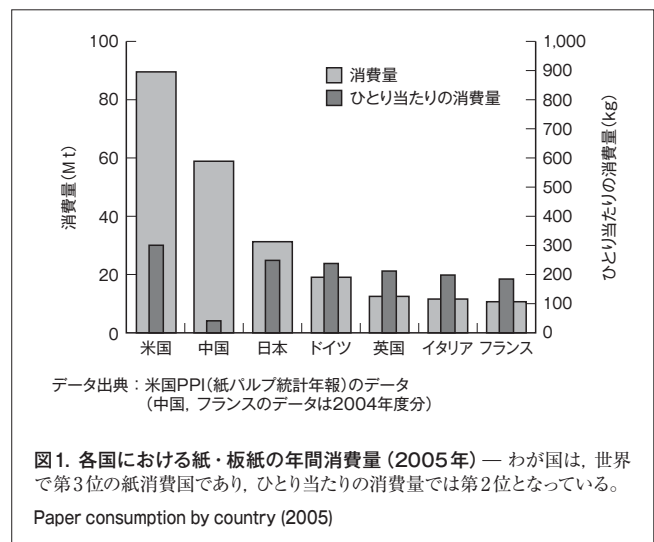
東芝は、加熱又は溶剤の接触で画像を無色化できる“消去可能インク”の開発^{(1),(2)}を続けてきた。その電子写真プリンタへの応用として、2003年末に消せるトナー e-blue™ を商品化した。ここでは、このe-blue™によるOA用紙のリユースシステムの必要性、導入効果、及び開発状況について述べる。

2 オフィスにおける紙削減の必要性

2.1 紙の消費量及び生産量の動向

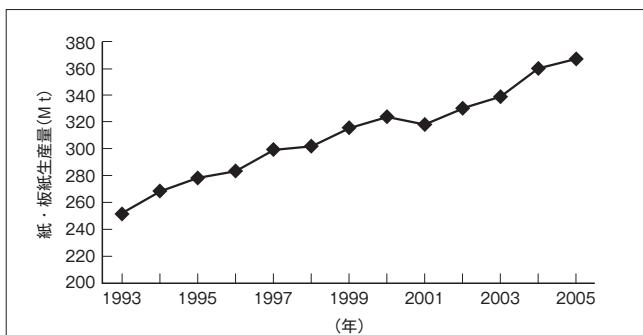
紙・板紙の年間消費量が多い上位7か国と、各国におけるひとり当たりの年間消費量を図1に示す。もっとも多く紙を消費しているのは米国、第2位は中国、日本は第3位である。また、ひとり当たりの消費量を比較すると、近年、経済成長の目覚ましい中国が他の6か国と比べて少ないが、将来はわが国並みになることが予測され、王子製紙が発表した中長期経営計画⁽³⁾では、北京オリンピックが開催される2008年から5年後までには、米国と肩を並べると推定されている。

次に、紙・板紙生産量の推移を図2に示す。パソコンが普



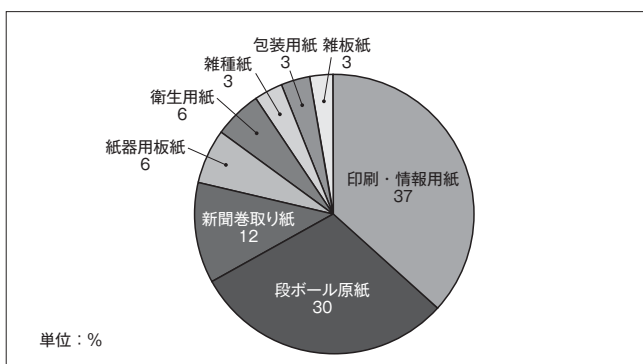
及し始めた1990年ころには、情報の電子化により紙の必要性が低下すると予測されたが、生産量は増加し続けていることがわかる。

一方、循環型社会を確立するために、近年、国内では「再生資源の利用の促進に関する法律」が定められた。また、製紙業界では、古紙利用率の目標を定めた自主行動計画が推進されている。更に、グリーン調達意識が高まり、古紙配合率の高い再生紙を優先して使う企業が増えている。これらの変化によって、紙・板紙全体の回収率は毎年向上しているが、新聞紙や段ボール、及び模造紙の回収率がほぼ100%であるのに比べ、そのほかの紙では低い状況である。わが国の紙・板紙生産量の内訳は図3に示すとおりで、オフィスで使用される



データ出典：米国PPIのデータをグラフ化

図2. 世界の紙・板紙生産量の推移 — 世界の紙生産量は増大している。
Trend of world paper production



単位：%

データ出典：経済産業省データをグラフ化

図3. わが国の紙・板紙生産量の内訳 (2005年) — 印刷・情報用紙は、紙生産量の約4割を占めている。
Japanese paper production by paper category (2005)

OA用紙は生産量のもっとも多い印刷・情報用紙に含まれるが、その回収率は46%と低く、何らかの対策が必要だと考えられる。

2.2 オフィスにおける紙削減対策

OA用紙の削減については、これまで各企業はISO14001への対応などによって、オフィス内での削減対策にいろいろとチャレンジしてきた。しかし、両面印刷や裏紙の使用、電子データ化、及び極力アウトプットをしないなどその削減手法は限られており、前述のデータに示されているように、年々増える紙に対して対策が追いつかないのが現状である。

一方、紙は人間にとって極めて便利な道具である。その代替をほかの媒体に求めることは、ユーザーに大きな負担を強いることになり、それがオフィスにおける代替技術の実用化が進んでいない理由の一つと考えられる。紙の消費を節減する技術として、電子ペーパー技術やリライタブルペーパーなどが研究開発されてきたが、多くの電子ペーパーは、ディスプレイを極薄型化したシートディスプレイと呼ぶべき電子デバイスであり、ヒューマンインタフェースとして極めて優れた媒体である“紙”の持つべき機能を電子化した媒体とは程遠い。また、リ

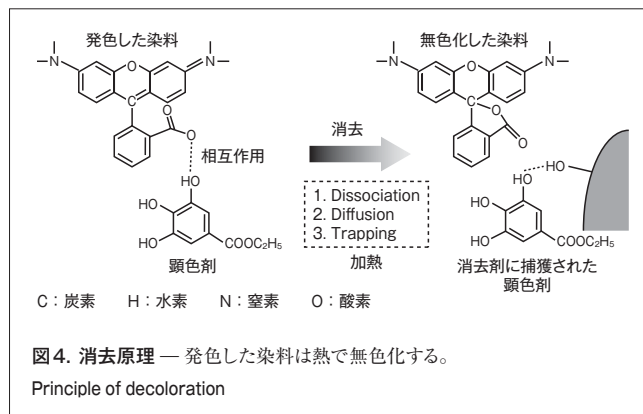
ライタブルペーパーは感熱記録しか利用できないこと、普通紙と比較すると媒体として価格が二けた以上高いことで、広く社会への普及を妨げていた。

そこで当社は、紙という便利な媒体を社会に残したまま、効率的にリデュース（廃棄物の発生抑制）、リユース、及びリサイクルを行う技術を開発することができれば、紙の利便性を享受しつつ環境問題を解決することができると考えた。その視点に沿って製品化されたのが、消せるトナー e-blue™である⁽⁴⁾。

3 e-blue™の特長

3.1 消去原理

e-blue™の消去原理を図4に示す。ロイコ色素（染料）、顕色剤、及び消去剤の三つの成分が関与している。ロイコ色素は単独では無色であるが、顕色剤と水素結合することにより発色する性質を持っており、これまで感熱紙などに広く応用されてきた。この色素の仕組みをトナーに応用し、ロイコ色素を発色させた状態でトナーに内包させて紙に印字すると、印字した時点では発色の状態が保たれる。一方、消去時は、加熱することで色素と顕色剤の水素結合が切れ、色素は無色な状態に戻る。水素結合が切れた顕色剤は消去剤に捕獲されるため、染料は再び発色することはなく、色が消えた状態が保たれる仕組みとした。



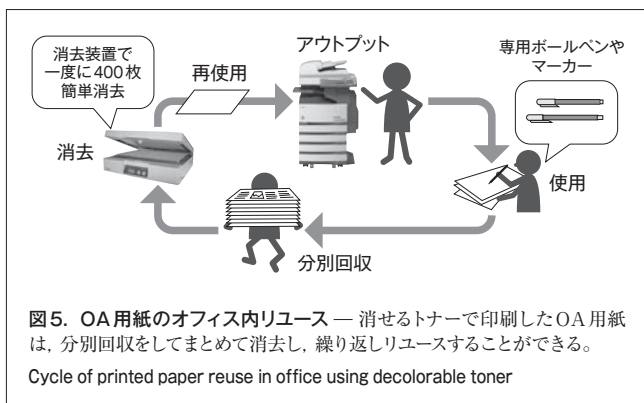
3.2 特長

この技術の主な特長を次に示す。

- (1) 普通紙のリユースが可能
- (2) 紙に書かれた画像を重ねたまま束で一括消去が可能
- (3) ロイコ色素を選択することでカラー化に対応可能（現製品は青色トナーだけ）
- (4) 同じ原理を持つ専用ペンやマーカーによって書込みが可能

3.3 使用方法

消せるトナー e-blue™を使ったOA用紙の、オフィス内リユースのイメージ図を図5に示す。

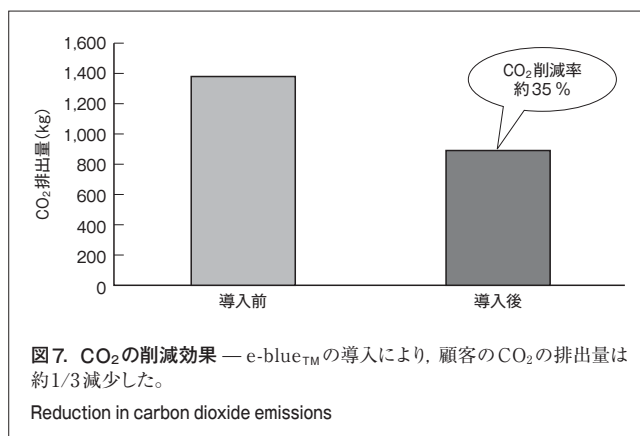
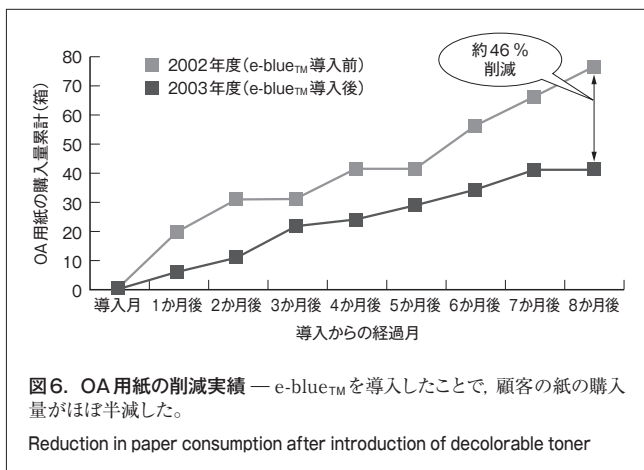


まず、消せるトナーを搭載したプリンタやコピー機で画像を印刷する。その印刷物に書込みをする場合は、消せるトナーと同じ原理で消色するペンやマーカーを使用する。使用済みの紙は分別回収し、専用の消去装置により画像を加熱消去する。この際、ひと目で消去できる印刷物であることがわかるように、トナーの色を青色としている。消去後、紙表面には無色化したトナーが残像となるが、実用上問題のない濃度である。そして、消去後の紙は再びプリンタに戻されリユースされる仕組みである。紙は数回～10回程度リユース可能である。

消去は、実用性を考えて、A4用紙400枚（A3用紙で200枚）を束で消去する専用装置とした。また、消費電力を極力抑える設計とし、消去1回当たり400枚で約450Whとなる。

4 e-blue™の導入効果

e-blue™によるOA用紙のオフィス内リユースの効果として、顧客企業による削減の実例を図6に示す。e-blue™導入前である2002年度のOA用紙の購入量（累計値）に対し、導入後の2003年度の購入量を比較したもので、約46%の削減を達成している。また、環境への影響評価として、その際のCO₂削減効果を図7に示す。約35%の削減を達成している。そのほか、職場のひとりひとりが参加しているという実感を持てるた



め、環境活動への取組み意識の向上という効果も見られた。

以上のように、e-blue™の効果としては“OA用紙の購入量・廃棄量の削減”、“CO₂の削減”、“職場の環境意識の向上”が挙げられる。

5 課題へのアプローチ

今後解決すべき主要な課題は、消去後の残像と機種対応の二つである。残像を減少してより使いやすい製品にすること、そして使用できる対応機種を増やすことが、ユーザーのニーズに応えることである。そこで次に、これらの課題に対する当社のアプローチについて述べる。

5.1 色材の発・消色特性の向上

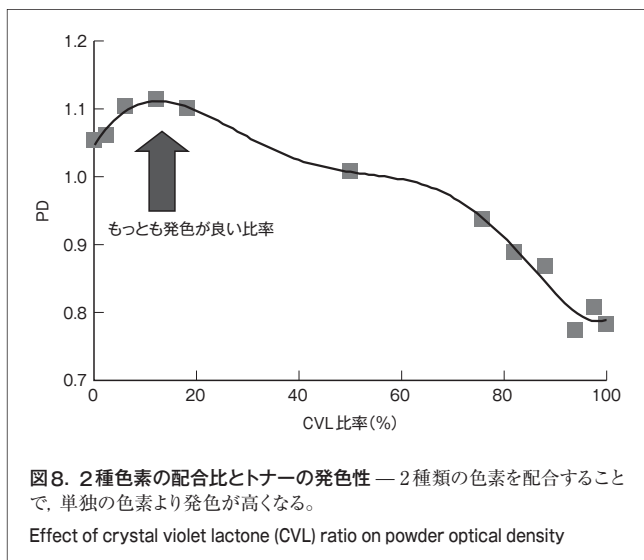
残像を減らすには、画材の発・消色特性そのものを改良することが重要である。発色特性が良いトナーであれば、紙に定着させるトナー量を減らせるため、残像濃度を低くすることが可能となる。ここでは、要素技術の一つとして開発した、複合染料組成系について述べる。

複合染料組成とは、複数のロイコ色素を併用することで、単独色素より発・消色特性を改善した組成系である。インドрил フタリド系染料にクリスタルバイオレット ラクトン (CVL) を配合したトナーにおける、色素比率とトナーの光学的濃度 (PD) の関係を図8に示す。PDには、色素比率の加成性から正方向の乖離 (かいり) が見られ、2種色素の配合によってトナーがより濃く発色する現象を確認することができた。これらの要素技術の成果から、発・消色特性が約30%向上することが見込まれる。

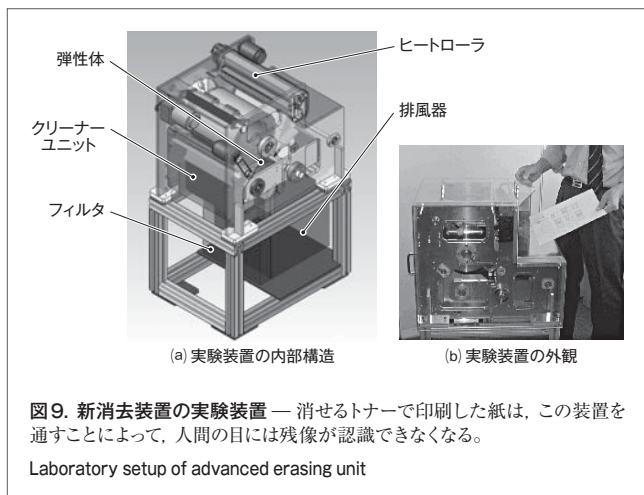
これら開発した複数の要素技術を採用することにより、消色トナーの性能を大幅に向上することができる。

5.2 新たな画像消去法の検討

画像の可視 (見える) 又は不可視 (見えない) は光学的な物理量だけで決まるわけではない。これらは人間の認識や認知を介して決定される。人の目の特性を考慮して、画像を認識しなくなる方法を考案した⁽⁵⁾。



この方法は、加熱消色の前段階として研磨によるトナーの機械的剥離（はくり）プロセスと、研磨により発生した付着物の除去プロセスを追加して構成している。消せるトナーは、一般のトナーより凝集性が高くなるように材料設計をしているため、このプロセスによって、画像は容易に分割されて細分化され、その後、紙表面を加熱することで、残った画像や画像ノイズを無色化する。これにより画像は、人間の目には認識できなくなる。機能検証用実験装置の概略の構成を図9に示す。



この装置を使った実験の結果、消去後は人間の目で認識できなくなることを確認した。

この要素技術を将来、消去プロセスに応用できるかどうか、今後の製品コンセプトとともに検討していく。

5.3 適用機種拡大

当社が行っている市場調査では、「現在使用中のプリンタに e-blue™ を適用したい」というユーザーからの要望がもっとも多かった。しかし、これまでは技術的に対応が困難であり、対応機種が限られていた。

そこで当社は、適用機種を拡大するため、プリンタメーカーが独自に消せるトナーを製造できるよう、当社から提供するコア材料の製造技術開発を進め、このたび完成することができた。今後、提携するプリンタメーカーを増やし、適用機種を増やしていく予定である。

6 あとがき

当社は、OA用紙の削減を促進するために、消せるトナー e-blue™ を利用したOA用紙の新しい使い方を提案してきた。このトナーの使用により、オフィス内でのOA用紙のリユースが実現でき、効果としてOA用紙の購入量・廃棄量の削減、CO₂の削減、及び職場の環境意識の向上が挙げられることを確認した。

オフィスにおけるこれらの取組みは、これからの企業の環境経営やISO14001への対応など、環境活動に大きく貢献することが期待できる。

当社は、今後もユーザーのニーズに応えるために、プリンタメーカーと協力しながら、環境調和型製品として使いやすいものを実現し、世の中への浸透を進めていきたい。

文 献

- 佐野健二, ほか. “消去可能インク”. Japan Hardcopy 99 論文集. 東京, 1999-06, 日本画像学会. 東京, 日本画像学会, 1999, p.209-212.
- Takayama, S., et al. "A new erasable ink for paper recycling and reuse." Proceedings of IS&T NIP 15. Orland, Florida, USA, 1999-10, The Society Imaging Science and Technology. Springfield, The Society Imaging Science and Technology, 1999, p.323-326.
- 王子製紙(株). “中長期経営計画説明会”. <<http://www.ojipaper.co.jp/comp/pdf/oji2003-1.pdf>>. (参照2007-04-25).
- 松村文代, ほか. “OA用紙の大幅削減を実現した消去可能トナー”. Japan Hardcopy 2005 論文集. 東京, 2005-06, 日本画像学会. 東京, 日本画像学会, 2005, p.177-180.
- 高山 暁, ほか. “消去可能トナー用画像完全消去装置”. Japan Hardcopy 2005 Fall論文集. 京都, 2005-11, 日本画像学会. 東京, 日本画像学会, 2005, p.100-103.



松村 文代 MATSUMURA Fumiyo

産業システム社 事業開発推進統括部 事業開発推進室主務。
消せるトナー e-blueの開発・事業化に従事。日本画像学会会員。
New Business Promotion Div.



齊官 貞雄 SAIKAN Sadao

産業システム社 事業開発推進統括部 事業開発推進室主務。
消せるトナー e-blueの開発・事業化に従事。
New Business Promotion Div.



高山 暁 TAKAYAMA Satoshi

研究開発センター 機能材料ラボラトリー主任研究員。
消去可能インク・トナーの研究開発に従事。日本画像学会、
応用物理学会、日本化学会、高分子学会会員。
Functional Materials Lab.