

OA 用紙の大幅削減を現実にした 消去可能トナー e-blue™

e-blue™ Realizing Significant Reduction in Paper Consumption

薄 正司 松村 文代 佐野 健二
USUKI Shoji MATSUMURA Fumiyo SANJO Kenji

東芝は、「消去可能なトナー」を開発し、「e-blue™」という商品名で発売した。通常、オフィス業務では、90%以上の印刷物が長期保存されない一時的に必要な印刷物である。この用途に対応し、OA用紙の印字や画像を低消費電力の熱消去で紙を繰り返し使用できる e-blue™ は、紙の使用量を大幅に削減することが可能である。更に、環境負荷評価（ライフサイクルアセスメント：LCA）において二酸化炭素（CO₂）削減に効果があることを確認した。また、通常トナーと同等のコストを実現し、リサイクル性と経済性を両立することにも成功した。消去可能トナーのオフィスへの導入は、ISO14001（国際標準化機構規格14001）による紙削減目標に完全に適合したシステムである。

Toshiba has launched a decolorable toner enterprise called e-blue™. In the typical office, Ninety percent of printed paper is disposed of within a short period. For such temporary use, e-blue™ reduces paper consumption as well as recycling energy and material use. We have confirmed that e-blue™ is effective for the reduction of carbon dioxide in a life cycle assessment (LCA)-like evaluation. Therefore, we have succeeded in realizing both low cost and environmental performance. The incorporation of e-blue™ is perfectly suited to the requirements of ISO 14001.

1 まえがき

現在、環境の国際基準である ISO14001 を取得している企業や団体のオフィスでは、紙の削減対策が行われている。また、循環型社会に向けて2000年には循環型社会基本法、廃棄物処理法（改正）、資源有効利用促進法、建設資材リサイクル法、食品リサイクル法、グリーン購入法の環境関連6法が成立し、ごみを出せばコストが掛かるようになった。

このような状況にもかかわらず、オフィスでは一時的な印刷が多量に行われている。紙がごみになるのは、使用者にとって不要な印刷があるからで、このインクが消えればまた使えることになる。

東芝は、熱処理や溶剤処理で消去可能なインクを、オフィスでもっとも使用されている電子写真系のプリンタに合わせ開発し、「消去可能トナー e-blue™」として販売を始めた⁽¹⁾⁻⁽³⁾。

2 消去可能トナーの原理

消去可能トナー e-blue™ の原理は、ロイコ色素を使って発色させていたものを、元の無色に戻すというものである。ロイコとは白を意味することばである。これは感熱紙の逆反応であるが、単なる逆反応だと再発色する可能性もあるので、消去剤を内蔵している。書込み用に開発・製品化した専用の消去可能ボールペンやマーカも同じ原理である。

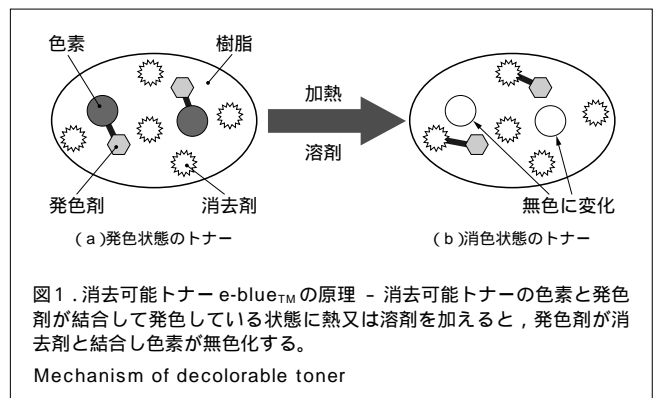


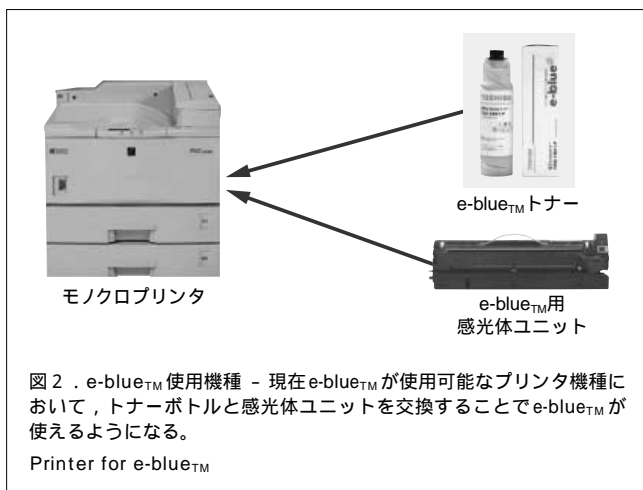
図1にこの原理を示す。最初の段階では色素と発色剤が結び付いて発色しているので、通常のインクやトナーと同じような単なる色材である。消去剤としては、でんぷんのような安全な高分子化合物を使用できる。発色している状態で熱か溶剤を作用させると内部の結合が組み変わり、主として発色剤が消去剤に取り込まれて消色が完了する。

以上のように基本原理が簡単のためトナーに使用できる材料は多種多様であるが、実際の製造プロセスは複雑である。もともと消去剤を内蔵した形なので、混ぜるだけだとすべて真っ白になってしまい、発色させるにはノウハウが必要である。現在、有効な場合の数例において、更に深い現象解明の研究を進めている。消去の正確な理解が、このシステムのより有効な設計を可能にする。

3 電子写真用トナー e-blue™

消去可能トナーのベースとなるトナーは、出力速度が32～36枚/分の電子写真方式のプリンタか複写機（コピー機）に合わせたものなので、外部添加剤や現像剤のキャリアと呼ばれる成分で使用したい機種に合わせた調整を行う。今回は市販のモノクロプリンタ1機種に合わせて調整し、図2に示すように、トナーボトルと現像剤の入っている感光体ユニットを交換することでe-blue™が使えるようにした。

e-blue™は、その名の示すように青いトナーであるが、これは社内外でのアンケート調査にもとづき、見た目の良さと通常トナーでの印刷物との分別性の観点で選定したものである。



4 オフィス内でのOA用紙の再利用法と効果

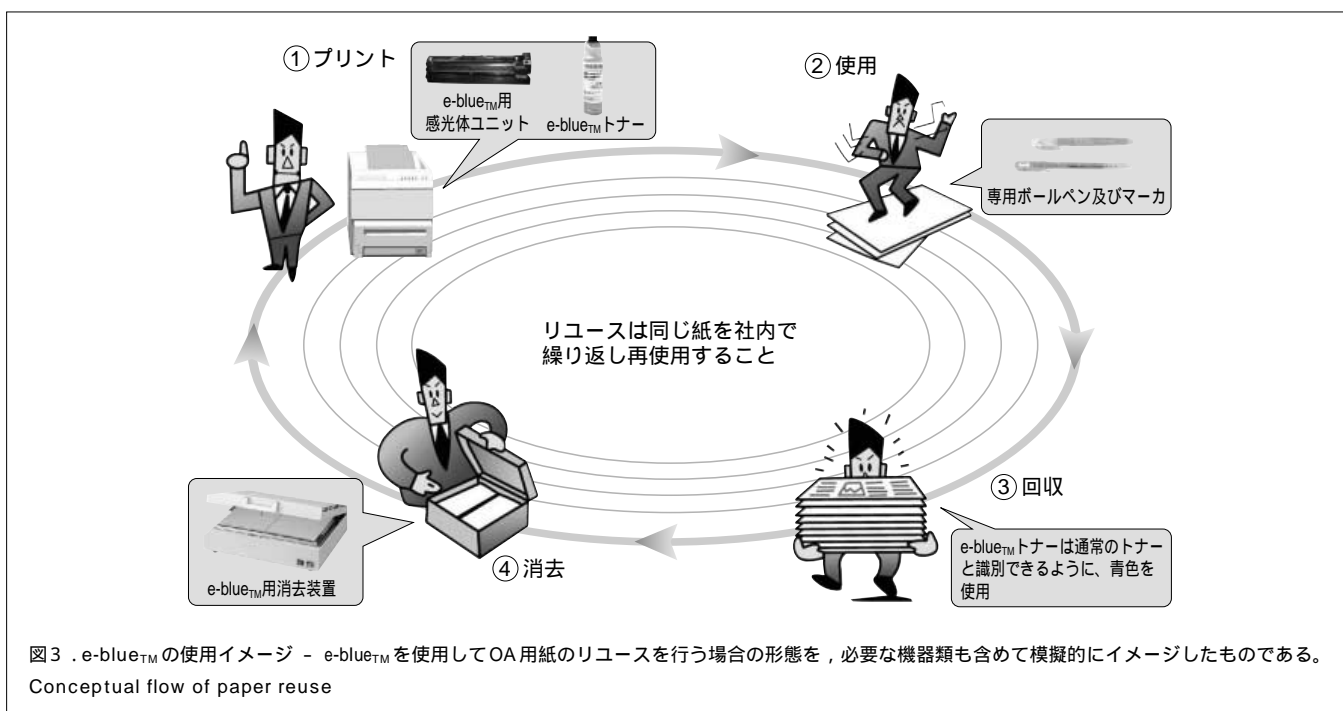
オフィスワークでは、原稿段階での印刷と廃棄が非常に多く、実に90%以上がすぐに不要となる一時的な印刷である。e-blue™は、こうした完成前の原稿の出力や短期に不要となることがわかっている印刷物への適用に向いている。

熱消去した紙は、薄く印字の跡が残り、読もうと思えば読むことも可能である。また、この上に重ねて印刷したものは、ちょうど裏に印刷したものが透けて見えるような状態になっているが、一次的な印刷での利用では気にならない程度である。

オフィスでの使用方法は、e-blue™を使用するプリンタと通常プリンタの併用が普通であり、最終原稿や重要原稿は通常プリンタで出力するように使い分ける。

典型的には図3に示すように、e-blue™で印刷し、他の人が赤ペンで修正し、電子的修正が終わった後にこの紙は消去に回される。このときに通常の赤ペンでは消えなくなってしまうので、専用の消去可能ボールペンやマーカを使用する。これらの書込みは熱で同時に消えるので、紙は再生できる。e-blue™で印刷し書き込まれたりして不要になった紙は、所定の場所に回収し、消去装置で一度にまとめて消去する。消去後、取り出してまたプリンタに入れる。

当社の社内実験では、このような使用方法で紙の購入量を60%以上削減することができた。この実験は2002年1月から行われ、現在も継続中であり、その後、適用拡大中である。



5 消去方法と消去装置

消去方法には熱を使うものと溶剤を使うものの二種類があり、先に述べたように熱消去では完全消去できないが、オフィスでの使用を考えると溶剤を持ち込むのは好ましくなく、熱消去が望ましい。消去の品質をアンケートで調査したところ、誰もがよく消えることを望むが、目的が一時的な印刷であれば、多少印字の跡が残っても裏紙よりは良いという意見が多かった。

そこで熱消去装置を開発したが、図4に示すようにシンプルな箱型で、ヒータとタイマが断熱構造に囲まれている構造である。こうした構造に対し、プリンタのように紙を送り出して熱ローラで消去する方式も考えられるが、その場合には熱を排出することになり、エネルギーを放出することと同等である。単純な箱の方式ではあるが、熱を逃がさずエネルギー効率が良い、A4用紙であれば1.2 kWh以下の電力量で500枚を消去できる。また、内部には紙をプレスする機構を持ち、熱伝導性能を向上させるとともに紙へのアイロン効果を与えている。消去時間は、紙への熱ストレスをできるだけ軽減するため、2時間かけて消去し、約1時間で冷却するようにしている。消去温度は約140℃である。消去後には紙どうしが樹脂で少し張り付いているので、軽くほぐす操作を行いプリンタに戻す。

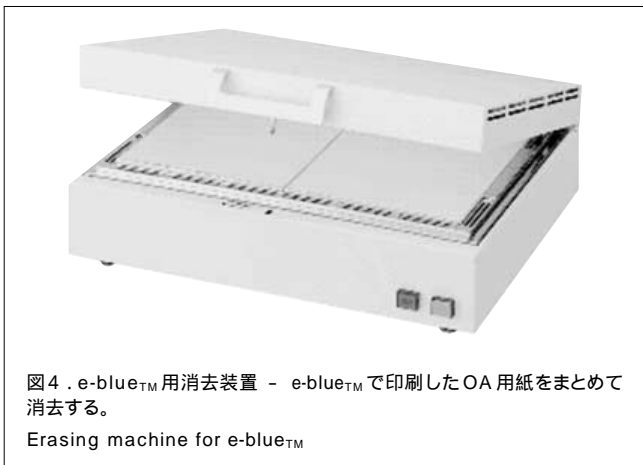


図4 . e-blue™用消去装置 - e-blue™で印刷したOA用紙をまとめて消去する。

Erasing machine for e-blue™

6 ユーザーのメリット

e-blue™をオフィス内で活用した場合のメリットをコスト及び環境負荷の観点から評価した。

また、コストの面でのメリットを1,000人の事業所を想定し試算してみた。その結果、40人で1台のプリンタを使い、1台当たりの出力枚数を800枚/日とすると、OA用紙の購入費用が259万円、OA紙の廃棄費用が61万円になり、年間320万円が紙代としてかかることになる。また、配布したりファイ

ルされる分を30%と多めに見積もり、残り70%がリユースに回せるとし、この紙を捨てずに使い回すとすれば、年間224万円の紙代の節約になる。

では、環境負荷に関してはどうだろうか。通常の製品の場合には、製造から廃棄までに関してLCAを適用することで評価することができる⁴⁾。今回は、製品であるトナーのLCAでは意味がないので、通常のトナーとe-blue™を使用した場合を比較することで環境負荷を評価した。この場合、印刷の段階では消費電力などに差がないので、紙を基準にして製紙から、輸送、印刷(片面、両面)、回収、消去、輸送、廃棄又は再生工場への道筋を考えた。そして、最終的には輸送などの地域差を除いて、新しい紙を使用する場合と消去してリユースを繰り返す場合の差を見積もった。

この結果、通常のトナーを使用した場合に比較して、e-blue™を使って印刷し、消去した紙を再度印刷に利用する場合にはCO₂排出量が28%、エネルギー消費量が19%の削減になることがわかった。5回消去して6回印刷する場合には、CO₂排出量が47%、エネルギー消費量が32%の削減になる。このようにオフィスのリユースだけでもエネルギー的に大きな効果が得られるほか、紙資源の節約になることは言うまでもない。更に、1回も消去せずに古紙回収に回した場合には、脱墨工程が容易になるため、このe-blue™の印刷物の量に比例して、脱墨工程に投入するエネルギーや水、化学薬品の量を削減することができる。紙再生工程のアルカリ水や工程の熱により簡単に脱色するからである。

ISO14001を取得した事業所では、環境担当者が常に紙の使用量と廃棄量を計測し報告しているケースが多く、担当者がもっとも頭を痛めるのが紙の削減目標である。通常、ISO14001取得活動を開始した時点では紙の使いすぎがわかっているため、これを削減する目標を立てる。1年目から3年目程度まではそれでよいが、ISO14001の精神では目標を更新して向上しなければならない仕組みになっている。そこでどこの事業所でも、紙の削減目標は数年で行き詰まる現状がある。仕事を進めるうえで最低限必要な紙の量は削れないからである。しかし、e-blue™の場合には大きな違いがある。削減ではなく増加で目標を立てられるのである。例を挙げれば、1年目は専用プリンタ1台導入と紙の再利用率10%、2年目は紙の再利用率20%、3年目は専用プリンタ2台目の導入と紙の再利用率30%などとプリンタ導入数と紙の再利用率を計画的に増やしていき、仕事に必要な紙の量を削減する必要はない。事業所全体で紙の使用量60%削減に到達するには、準備を含めて大きなスパンで計画を立てればよい。

OA用紙の印刷を消去し再使用(リユース)することにより得られる思いがけない効果は開放感である。紙使用量削減の社内目標の下に毎月の使用量とその増減を報告することに

なると、印刷を失敗した際にはむだなことをした罪悪感にさいなまれるものである。誰でも、1行だけのむだな印刷や、不要な印刷の経験はあるはずである。これに対して、印字を消去し、OA用紙をリユースできると思うと気持ちが楽になるのは確かだ。

誰が消去作業を行い、人件費はどう計算するか、を問題にされたことがあった。実際の作業は、消去装置の近くの収集箱に集まった消去用の紙をそろえて、消去装置にセットしてボタンを押すだけの作業で2分もかからない。また、消去完了後に取り出して、紙をほぐして消去済みの紙の保管箱に収納するのも2分程度である。これらの操作は、印刷しようとして紙切れになったときに、コピー紙の紙束を解いてセットするのとちょうど同じ程度である。担当者を決めるまでもない簡単なことではないだろうか。消去作業により仕事の効率が落ちるのではないかと言われたこともある。どんなものも使い捨てがもっとも効率が良いように見えるが、効率の追及のあまり、環境に負荷を与えてはならない。

7 消去可能トナーの事業化

電力・社会システム社では、新規事業を起こすための新組織を2001年10月に立ち上げ、200件以上の社内研究成果の中から、消去可能トナーを有力候補の一つとして選定した。

新規事業となるための最大のポイントはビジネスモデルの構築である。環境に良い商品というだけではユーザーは購入せず、ビジネスとして成り立たない。環境問題はコストの問題であると言っても過言ではなく、ほんとうに良いものを普及させるためには適正な価格で供給でき、かつ事業者が利益を得なければならない。大きな利益を得ることがわかれば、普及していくのである。

e-blue_{TM}の場合には、強力に支援してくれるユーザーの存在が大きかった。そのきっかけは、展示会に出品していた研究レベルの消去可能トナーでよいから売ってほしいというものであった。そこで、商品としてはまだ不十分なものであったが、2002年4月からこのユーザーのオフィスで、消去可能トナーの試用を開始した。また、この当時の消去装置は手作りの試作品であったが、2003年の限定発売までの1年以上の間試用が続けられた。この間に様々な不具合が発生した

にもかかわらず、ユーザーとしての意見など貴重な情報を多く得ることができた。まさにe-blue_{TM}は、ユーザーが育てた商品であると言える。

8 あとがき

さて今後の展開であるが、技術的にはトナーの画質、消去性や消去装置の機能向上といった性能面の改善はもちろん進めていく必要がある。

一方、プリンタの機種拡大やコピー機、複合機などへの展開も推進していき、どこのオフィスにもe-blue_{TM}があるといったデファクトスタンダードにすることで、事業を拡大していきたい。

文 献

- (1) 佐野健二,ほか. 紙のリサイクルを促進する消去可能インク. 東芝レビュー. 56, 8, 2000, p.29 - 32.
- (2) 佐野健二,ほか. 紙とインキとリサイクル (社 日本化学会監修(丸善(株)発行)渡辺正編(2000)), p.1 - 17, p.97 - 116.
- (3) 佐野健二,ほか. デジタルペーパーの最新技術. シーエムシー出版. 面谷信監修(2001), p.127 - 141.
- (4) 田中いずみ,ほか. Environmental Load of Decolorable Ink with an LCA Perspective. 第5回エコバランス国際会議 proceedings. S1 - 79, p.243 - 246.



薄 正司 USUKI Shoji

電力・社会システム社 事業開発推進統括部 商品開発推進室 主務。新規事業開拓、消去可能インク技術の商品化業務に従事。

New Business Promotion Div.



松村 文代 MATSUMURA Fumiyo

電力・社会システム社 事業開発推進統括部 商品開発推進室。新規事業開拓、消去可能インク技術の商品化業務に従事。

New Business Promotion Div.



佐野 健二 SANO Kenji D.Eng.

研究開発センター 環境技術ラボラトリー研究主幹,工博。消去可能インクの開発業務に従事。日本化学会会員。

Environmental Technology Lab.