



偽造防止を施したハーフトーンスクリーン生成法*

長 島 寿 人**

A Novel Half-Tone Screening for Anti-counterfeiting*

Hisato NAGASHIMA**

** Research Institute, National Printing Bureau
6-4-20, Sakawa, Odawara-shi, Kanagawa, 256-0816 JAPAN

Abstract

With now increasing more widespread usage of high-resolution scanners, the feasibility of imitating original security documents is becoming inevitable. In this situation, to propose a novel anticounterfeiting concept is enormous technological importance. Accordingly, we have developed printed matter that cannot be easily counterfeited, by placing embedded images in security documents. We named this embedding technique ImageSwitch® and the software required for embedding, "the Screen Generator software". By using this technique with multi-purpose ink, we were able to produce printed material that is greatly protected against counterfeit. Also, this technique can be used with less expensive anti-counterfeit products utilizing four-color process ink used in general commercial printing. Also, we have developed an authenticity verification method that does not requires any tools and another method required wits only simple tools or special business verification equipment, as well as electronic verification via a network. In this report, we will introduce various prototypes, their principles and practical applications.

1. 緒 言

カラーコピー機やカラースキャナ、プリンタ等の入出力解像度の向上に伴い、証券印刷物の模造品が容易に作製できるようになってきた。またさらに、センサーの盲点を狙った自販機等による偽造事件が多発し、今や自販機のセンサーを改善する、というよりも、証券印刷物そのものの構成を新たな視点にたって変えていかななくてはならない状況にもなってきた。

最近の証券印刷物は、一般利用者が、容易に真偽判別できるよう、ホログラムや光学的変化インキ等を付与し、セキュリティ性を確保している。しかし、これらは、特殊材料が必要なことから、一般的に高価であり、また、原理を見破られてしまった場合、類似した模造品を作成される危険性もある。

そこで、こうした原理、構成等を緻密かつ複雑にするこ

とによって、同一のものを作製することを困難なものとし、たとえ類似した模造品が作成できたとしても、所定の環境下で、観察した場合において、潜像として出現する階調画像により、真偽判別を容易に判断させる技術について検討した。

本報では、その一例として、証券印刷物内に埋込画像と被埋込画像を同一平面上に交互に配置させる画像処理法を見出し、このコアとなる埋込技術を「ImageSwitch®」、埋込生成に必要なソフトウェアを「Screen Generator Software」と称した。この画像埋込み技術を、様々な機能性インキと併用することにより、非常に偽造防止効果の高いドキュメントの作製はもちろんのこと、一般商業印刷で使用されているプロセス4色インキを用いて、安価に実現することも可能となった。さらに、ネットワーク対応型のセキュリティドキュメント作製システムを構築することができた²⁾。

真偽判別手段に関しては、まったく道具を必要としない真偽判別法や簡易な道具を用いた判別法、さらにはインターネットを利用した電子認証法が可能である。

* 2004年3月18日受理

** 独立行政法人 国立印刷局研究所製品技術研究部
(〒256-0816 神奈川県小田原市酒匂6-4-20)

本報では、その原理や各種試作品及び試作システムについて報告する。

2. 原 理

一般の商業印刷で使用されているシアン、マゼンタ、イエロー、ブラックの基本4色インキのうちのブラックは、カーボンブラックを主体とした黒色顔料で、紫外線領域から赤外線領域まで全域にわたり吸収を示す。一般市場において、赤外線を吸収しないという特異な性質を活かしたセキュリティ記録材料も存在するが、基本4色のうちのシアン、マゼンタ、イエローを重ね合わせたものが、赤外線を吸収しないことを利用すれば、赤外線カメラ等の特殊な鑑定装置を用いて観察した場合において、カーボンブラック含有のブラックインキで印刷された画像のみ視認することができる。

このような現象を利用して、カーボンブラック含有のバーコード情報（真の情報）とカーボンブラックを含有しない同色系のバーコード情報（偽の情報）を同一平面上に配置し、赤外線カメラ等の特殊な装置で真の情報のみ読み取るといった事例が過去に紹介されている。

しかし単純なバーコード状に形成された情報は、視覚的にも容易に認識することができ、原理を見破られてしまった場合、類似した模造品を作成されやすい。

そこで、Fig. 1 に示すように、米国アドビ社が公開したPostScript® 言語に関する技術情報誌の中で、2種類の網点データ（Threshold data）を直接定義できる機能³⁾に着眼し、これを応用して、2種類の網点画像を同一平面上に交互に配置する画像処理法を開発した。

Fig. 2 は、大小2種類のスクリーンを交互に配置したImageSwitch® の基本原理を説明した図である。この原理により、ひとつの平面に2種類の画像を共有させることが可能となる。言うまでもなく、この場合、第1画像（可視画像）と第2画像（埋込画像或いは潜像）を構成する個々の成分はそれぞれ大きな第1画像領域と小さな第2画像領域に配置される。2つの画像を形成するために2種類の画像領域を交互に配置することが、劇的な画像遷移としての効果を表す。具体的には、通常の下では第1画像しか視認できないが、ある特定の条件下では第1画像が消失し、第2画像である潜像が現出することである。

以上のように、2種類の網点画像を微細構造を有する特殊なハーフトンスクリーン生成技術により均等配置させ、市販あるいは特別仕様の材料を組み合わせることで、様々な応用を図った偽造防止技術である。

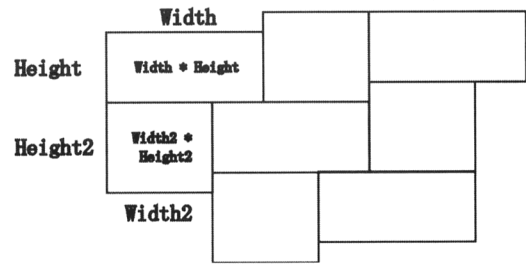


Fig. 1 Tiling the device space in a halftone type 16 halftone dictionary

Figure 1 shows how the device space is tiled when two rectangles are defined. The last row in the first rectangle is immediately adjacent to the first row in the second rectangle, and the rows start in the same column. The sethalftone operator can be used to install a Type 16 halftone dictionary. For this type of halftone, the first $Width * Height * 2$ characters are read from the Thresholds file; if a second rectangle is defined, then another $Width2 * Height2 * 2$ characters are read. The resulting threshold array is saved in internal storage. A rangecheck error will result if not enough data is available to define the two rectangles. If no error occurs, the file is closed on EOF; otherwise, it is left open.

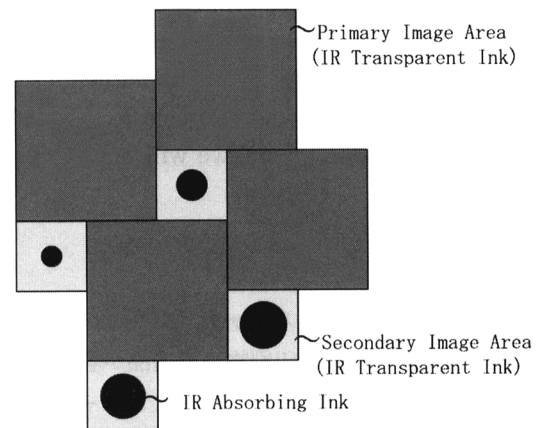


Fig. 2 Screen arrangement

Large cells: visible images (IR transparent ink)

Small cells: latent images (IR absorbing ink)

2.1 ImageSwitch® YMCK

Fig. 3 は、一般商業印刷で使用されているプロセス4色インキを用いた最も単純なImageSwitch® の網点構造を説明した図である。

通常の光源下では、シアン、マゼンタ、イエローを重ね合わせる（刷重ねる）ことでカーボンブラックに近似した色を表現することができる。シアン、マゼンタ、イエローの組み合わせた黒色系は赤外線を透過するが、カーボンブラックは赤外線を吸収する。この原理を踏まえ、Fig. 3の小さい画像領域（第2画像領域）中にカーボンブラックで

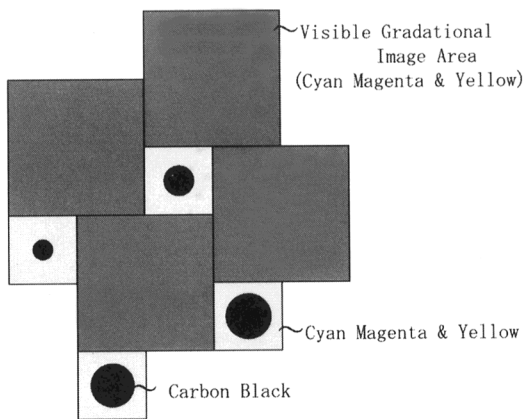


Fig. 3 Screen arrangement for process printing inks (1)
 Large cells: visible images (IR transparent ink=Cyan, Magenta and Yellow inks)
 Small cells: latent images (IR absorbing ink=Carbon Black inks)

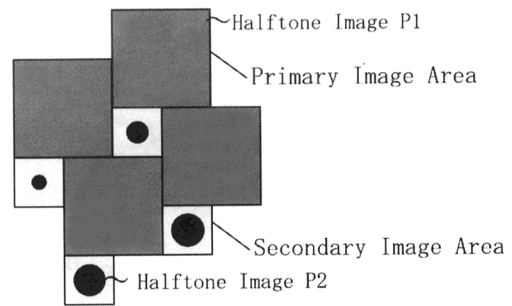
網点（円形ドット）を形成し、この網点の外にシアン、マゼンタ、イエローの重ね合わせの黒色系を配置する。

一般に、赤外を吸収しないシアン、マゼンタ、イエローを重ね合わせた色と赤外を吸収するカーボンブラック含有のブラックとは、等色関係にはならないが、両者を配置する第2画像領域が、微細構造であるため、人間の眼の分解能の限界から目視でその色の差を判別することは不可能である。画像領域が、微細構造であることから、通常の光源下では一定の濃度として認識されるが、赤外線においては第2画像である潜像が発現するようになっている。さらにこの潜像は、網点の面積占有率を任意に変化させることで階調のある潜像を表現することができる。したがって、通常の光源下で視認できる第1画像（シアン、マゼンタ、イエローの3原色で構成）が、赤外線下では消失し、代わりにカーボンブラックで構成した第2画像が発現することになる。

Fig. 4 は、網点画像 P1（可視画像）として山の風景画、網点画像 P2（埋込画像或いは潜像）として川の風景画を、各々大小2種類のスクリーン（第1網点領域及び第2網点領域）を交互に配置した ImageSwitch® の網点構造を説明した図である。

第1画像領域には、円形ドットで配置された網点画像 P1 をシアン、マゼンタ、イエローの3色で印刷し、第2画像領域には、円形ドットで配置された網点画像 P2 をブラックで印刷し、網点画像 P2 の円形ドットのネガ部分には、シアン、マゼンタ、イエローの3色ベタで配置した。

この場合の各画像領域における網点形状は、円形ドットに限定されるものではなく、ランダムドットや顧客の会社



Half-tone Image P1



Half-tone Image P2

Fig. 4 Screen arrangement for process printing inks (2)
 The half-tone image P1 in large cells: visible images (IR transparent ink=Cyan, Magenta and Yellow inks)
 The half-tone image P2 in small cells: latent images (IR absorbing ink=Carbon Black inks)

のロゴマーク等、意匠性を加味した入力画像を網点からなる連続階調網点に変換した自由度のある特殊網点形状を用いても良い。

Fig. 5 は、2種類の網点データ（Threshold data）を直接定義できる PostScript® 網点生成法を応用して、2種類の網点画像を同一平面上に交互に配置する画像処理法を説明した図である。

網点画像 P1 の部分拡大図 d1 と、網点画像 P2 の部分拡大図 d2、及び2種類の網点画像を同一平面上に均等配置する画像処理法により生成された第2画像領域のマスク部 m を示したものであり、シアン、マゼンタ、イエロー、ブラックのフルカラー画像を再現する網点画像のうち、シアン版の網点画像を説明したものである。

網点画像 P1 の部分拡大図 d1 と m との画像演算により可視網点画像 d1' が生成され、網点画像 P2 の部分拡大図 d2 と m との画像演算により埋め込み画像 d2' が生成されることを説明したものである。埋め込み画像 d2' は、さらに、m との画像演算により埋め込み画像 d2' の周囲をシア

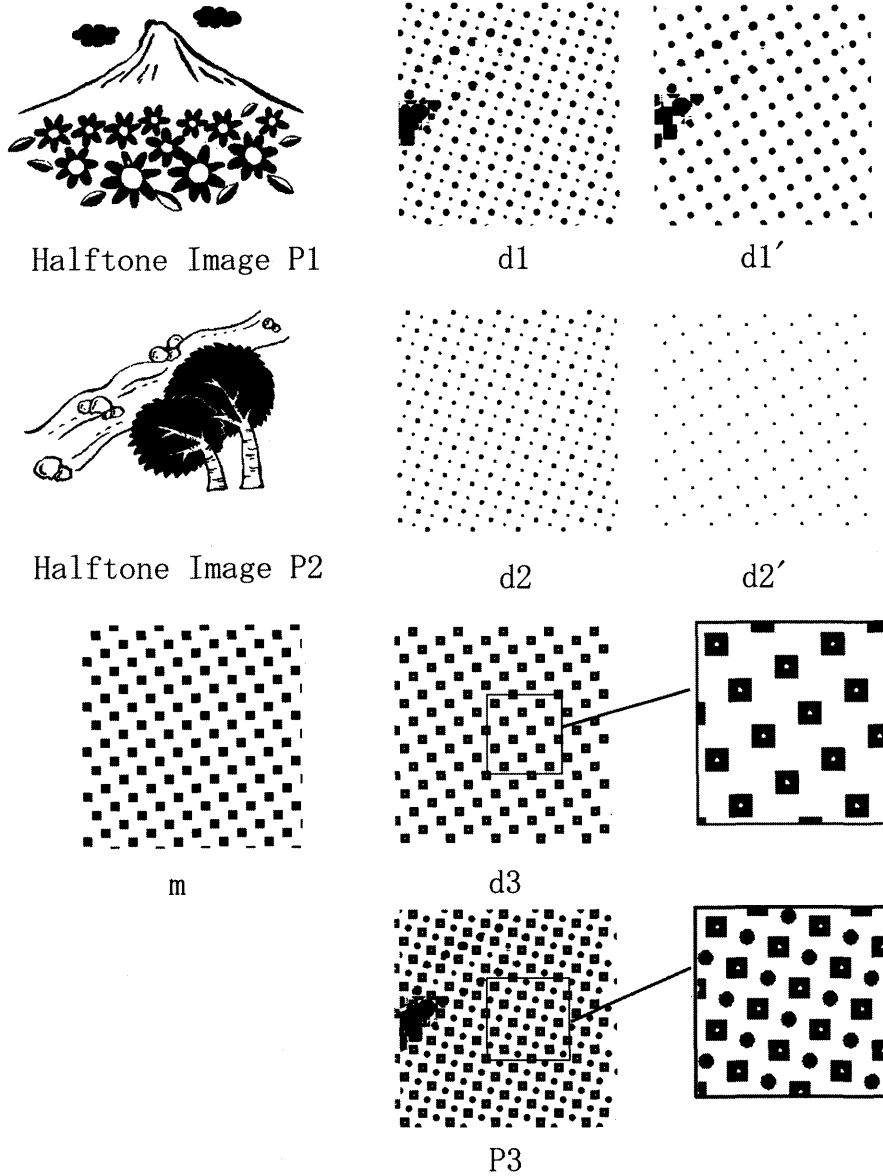


Fig. 5 Screen arrangement for process printing inks (3)
 d1, d2: Halftone Type 16
 m: ImageSwitch® mask
 P3: Screen Arrangement for process printing inks (cyan)

ン、マゼンタ、イエローインキ3色ベタの掛け合わせを施すための網点画像 d3 が生成される。埋め込み画像 d2' は、カーボンブラックインキで印刷される。

以上のようにして得られた印刷物は、可視光領域の反射光状態では、山の風景画 P1 のフルカラー画像が認識され、川の風景画 P2 が埋込まれていることを認識することは困難な印刷物を得ることができる。この印刷物を市販の赤外線ビュア等で観察すると、川の風景画 P2 の階調画像を認識することができる。

この方法は、高価な機能性インキを用いることなく、一般市場で広く用いられているプロセス4色インキを用いる

ため、商業印刷分野からオンデマンド印刷機、パーソナルユーズのプリンタに至る幅広い市場で、セキュリティドキュメントを安価に実現することが可能となる。

2.2 ImageSwitch® thermo

環境温度によって、色が変化する機能性インキを ImageSwitch® に適用することによって、刷色とともに2種類の網点画像を瞬時に入れ替えることができる。

2種類のハーフトーン領域に対して、一般的な円形網点を適用する。ここで特筆すべきことは、各々のハーフトーン領域の大きさは、使用するサーモクロミックインキの色

相変化を明瞭に認識できるよう、慎重に網点設計することである。その網点配置を Fig. 6 に示した。

ある環境温度において、紫地にピンクの網点画像を明瞭に観察できる。この領域が逆転した場合、すなわち、面積比の広い紫地に、極小網点で構成されるピンクの網点画像を認識することは、非常に困難となる。したがって、2種類の網点サイズと各々の面積比は、2種類の網点画像を正確にスイッチングさせる上で、重要な要素となる。

2.3 ImageSwitch® inkjet (color laser)

個人の顔写真等 ID 情報が付与された ImageSwitch® をオンデマンド印刷に適用し、迅速かつ正確に申請発行処理

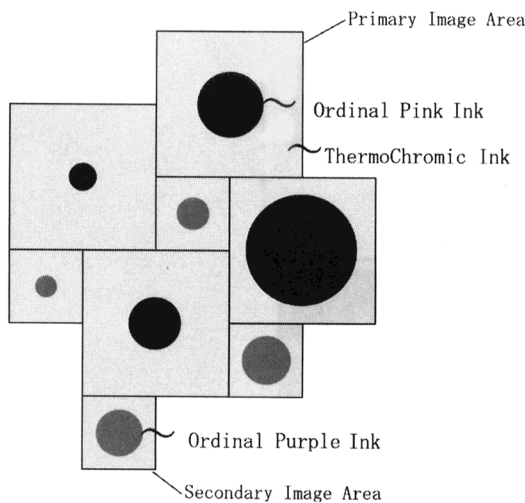


Fig. 6 Screen arrangement for thermo printing inks (4)

する場合、本報の網点生成法を、よりシステムチックに処理する方法を見出さなければならない。

そこで、ターゲットとなる出力機を汎用型の顔料系のフルカラーインクジェットプリンタ或いはカラーレーザープリンタとし、各種証明書類を迅速かつ安価に提供し、赤外線ビューア等で埋込まれた潜像画像を確認することができる IT を活用した証明書類の申請及び発行・認証方法について検討した。

Fig. 7 は、市民による ID ドキュメント申請をインターネットと家庭用のプリンタを用いて、セキュリティ性の高い各種証明書を出力することができるオンデマンドセキュリティ印刷システムについて説明した図である。

証明書発行機関には、フォルダ監視による Image Switch® 自動生成処理ソフトウェア (Screen Generator Software) が搭載されており、ImageSwitch® が付与されたセキュアな PDF ファイルが生成される。

当該ソフトウェアは、特定のメールアドレスに、個人の顔写真画像や ID 情報等をコンテンツサーバーへ送信することにより、無人で自動演算処理を行い、ImageSwitch® が付与されたセキュアな PDF ファイルが市民に返信される。

PDF ファイルが返信されるまでの所要時間は、使用するサーバーマシンの性能や扱う画像の容量にもよるが、身分証明書用顔写真で、おおよそ 40 秒程度である。潜像を埋め込んだセキュアな PDF ファイルは、Windows 或いは Macintosh に電子配信され、AcrobatReader® で表

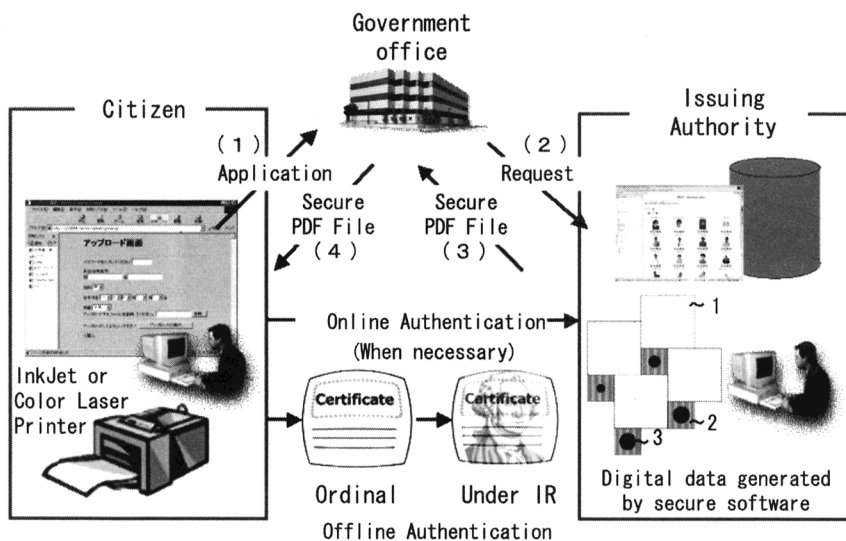


Fig. 7 On demand security printing model for certificates

By sending the picture images and ID information to a contents server addressed to certain individual's mail addresses, this software enables the automatic processing and replying of secure PDF files with ImageSwitch® .

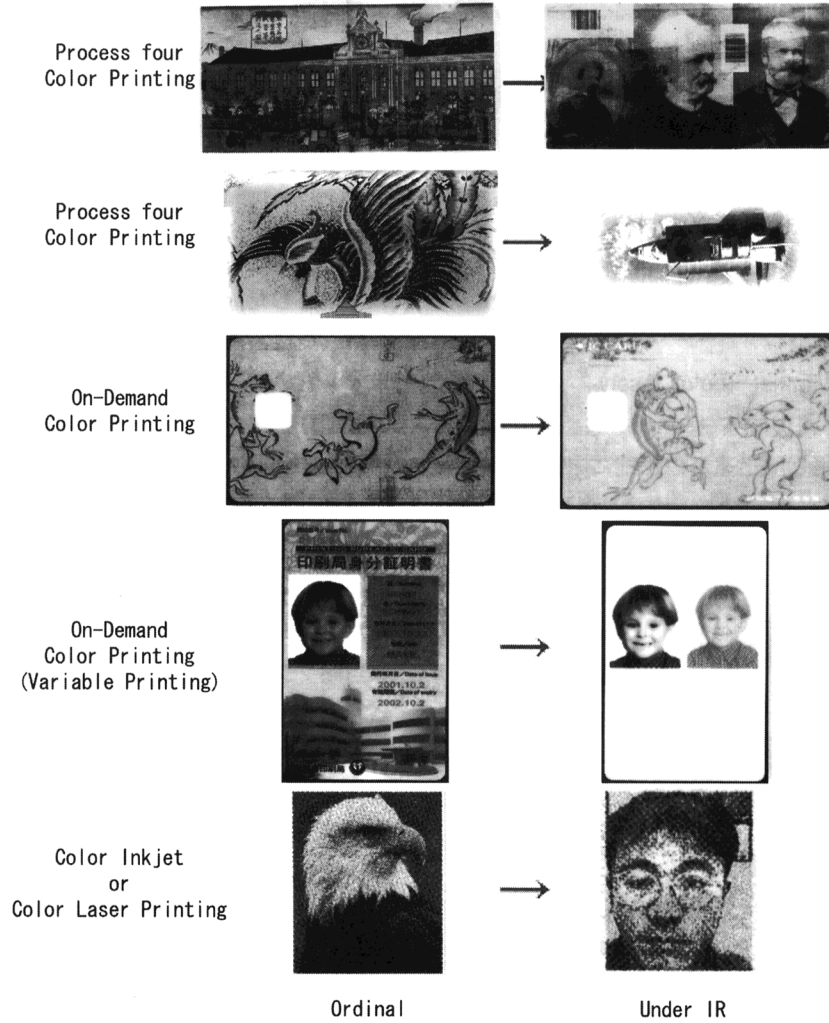


Fig. 8 Specimen for ImageSwitch® YMCK, ImageSwitch® inkjet (color laser)
 Fig. 8 shows a sample involving image-shifting feature under infrared rays.

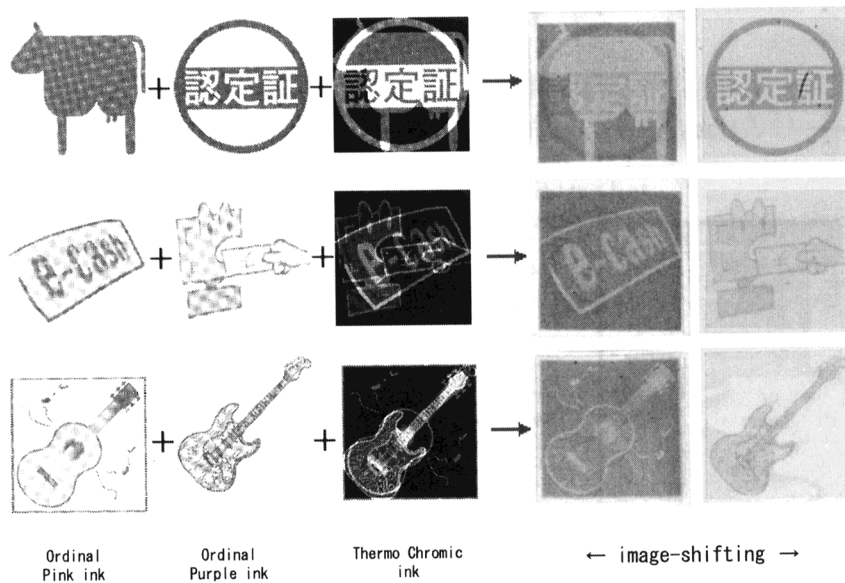


Fig. 9 Specimen for ImageSwitch® thermo
 Fig. 9 shows a sample involving image-shifting feature by temperatures.

示・出力することが可能である。

このように、当該ソフトは、様々な個人認証書類に対し、個別のセキュリティエレメントを自動生成する上で有効であり、ImageSwitch[®]に限らず、他の偽造防止用タグを自動生成する上で、応用が図れる。

3. 応 用 例

Fig. 8は赤外線下における画像遷移効果を有するサンプルを示したものである⁵⁾。この技術の重要な要素は、赤外線下で画像を分離する代わりに劇的に画像が変化する部分にある。一般のプロセスインキを用いた技術であるため、ITを伴う個人認証用証明書の申請発行システム等への応用が可能である。この技術は、機能性材料等を用いることで、より高度なセキュリティ特性を生成させることができ、バイOMETRICSあるいは暗号化技術等、他の偽造防止技術を組み込むことが可能であると考えられる。

Fig. 9は、その一事例として、サーモクロミックインキを用いた実験結果を示した図である。当該インキは、設定温度に達すると、顕著に色変化を示すため、ターゲットとなるセキュリティ製品をどのような環境下で、真偽判別に利用したいかを充分検討して網点設計すれば、かなりユニークな偽造防止印刷物を得ることができる。

4. ま と め

新たに開発したImageSwitch[®]技術は劇的な画像遷移効果を示す。この技術は、固有あるいは個別情報を証券類

へ埋め込むために独自に開発したソフトウェアに基づいている。そのため、このソフトウェアにより作成される証券類は複製が困難であり、高いセキュリティを示すものである。特に、ネットワーク対応型セキュリティ印刷システム・ImageSwitch[®] inkjet (color laser)は、特殊な材料及び設備を必要とせず、一般的なパソコンプリンタで、セキュリティ性の高い特定情報を付与した証明書類を発行することができるため、総務省の「e! プロジェクト」(日本が世界最先端のIT国家になる計画)の施策の1つである「e! 市役所」にImageSwitch[®]が採用され、実証実験として岡山市では納税証明書等に当該技術が組み込まれた。

当該技術は、今後セキュリティを必要とする様々な製品に有効な技術であると期待される。

参 考 文 献

- 1) H. Nagashima : INTERGRAF-19th International Security Printers Conference (2003).
- 2) 長島寿人 : 第107回印刷学会秋期研究発表会講演予稿集 A-25 (2001).
長島寿人 : 第108回印刷学会春期研究発表会講演予稿集 A-10 (2002).
長島寿人 : 第110回印刷学会春期研究発表会講演予稿集 A-2 (2003).
長島寿人 : 第111回印刷学会秋期研究発表会講演予稿集 A-6 (2003).
- 3) Adobe Technical Note # 5602
- 4) 特許第3478474号
- 5) H. Nagashima : SPIE, 5310 (2004).