

# 印刷物セキュリティを実現する透かし技術

## Watermarking Technologies for Security-Enhanced Printed Documents

### あらまし

個人情報保護法の全面施行（2005年4月）を契機とし、業種を問わず、個人情報漏えい防止のためのセキュリティ関連の情報システム整備が進んでいる。個人情報保護をうたう従来のセキュリティツール、ソリューションは、「印刷をさせない」ことによる情報漏えい抑止が主流を占めている。このため紙を印刷できない不便は避けられず、業務運用に支障を来す事例が報告されている。富士通研究所では、印刷物に細工をすることによって、紙からの情報漏えいを抑止、追跡する二つのカテゴリの三つの技術（持出し抑止・原本識別のための潜像印刷技術、漏えい時に犯人追跡のための地紋透かし技術とフォント透かし技術）を開発した。

本稿では、これらの技術の概要を紹介するとともに、最近の紙のセキュリティに関するニーズについても簡単に紹介する。

### Abstract

Since April 2005, there have been numerous laws enforced in Japan to protect personal information. The responsibility for protecting personal information has become a critical issue for enterprise-level businesses. Leaks of sensitive information do not happen exclusively through computers and networks. In fact, many incidents involve printed documents. It is now possible to protect confidential and private information by applying the following countermeasures when printing documents: 1) copy control by applying a watermark to restrict copying and forgery and 2) watermarks for traceability, including background texture watermarks and font-embedded watermarks. This paper describes these countermeasures and several areas other than leakage control in which they can be applied.



阿南泰三（あなん たいぞう）  
画像・バイオメトリクス研究センター画像システム研究部 所属  
現在、電子透かしの研究に従事。



倉木健介（くらき けんすけ）  
画像・バイオメトリクス研究センター画像システム研究部 所属  
現在、電子透かしの研究に従事。



中潟昌平（なかがた しょうへい）  
画像・バイオメトリクス研究センター画像システム研究部 所属  
現在、電子透かしの研究に従事。

## まえがき

2005年4月に個人情報保護法が全面施行され、とくに個人情報を多く抱える企業や自治体にとっては、これらの取扱いと管理に非常に大きな責任が課せられている。背景には、ここ数年増加の一途をたどっている個人情報漏えい事件がある。2002年から2005年の間に事件数、損害賠償額は大きく増加している<sup>(1)</sup>

このような個人情報漏えい事件を件数別に調査した結果、印刷物からの情報漏えいが全体の半数を占めていることが明らかになった<sup>(2)</sup>ところが、従来からあるセキュリティツールやソリューションは暗号化や認証といった電子データに対してのみ有効な手段を用いている。このため、物理的に印刷された紙に対して十分なセキュリティを提供しているとはいえず、これも印刷物からの情報漏えいが多いことの一要因となっていることが推測される。

これに対して、富士通では安心安全ソリューション体系“SafetyRing”に紙の電子化から印刷物の管理までトータルにサポートする印刷セキュリティ商品をラインナップに追加するなどの取組みを進めている<sup>(3)</sup>

本稿では、電子的な手段を講じることが難しい「印刷物」にスポットを当て、セキュリティを強化する最新技術について述べる。

## 開発技術の概要

印刷物からの情報漏えいを防ぐために、潜像印刷技術、地紋透かし技術、フォント透かし技術の三つの技術を開発した。これらを総称して「透かし技術」と呼んでいる。以下、これらの透かし技術を紹介する。

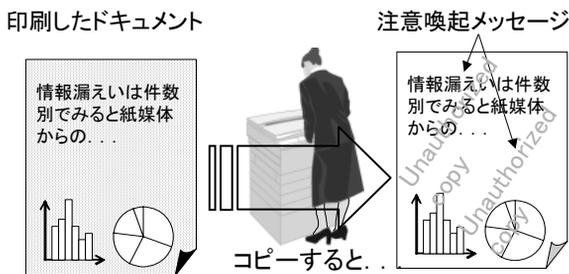


図-1 潜像印刷：コピーすると文字が浮かび上がる  
Fig.1-Hidden label clearly appears on photocopies.

## ● 潜像印刷技術

潜像印刷技術は、印刷物を取り扱う個人に対して、情報の扱いに関する注意喚起を行うこと、および原本とコピーの識別を目的としている。印刷時には背景にグレイの模様を持つ印刷物が出力され、これをコピーすると、図-1に示すように“Unauthorized copy”などの注意を促すメッセージが浮かび上がる。

潜像印刷は、人間の視覚的な識別能力、印刷機およびコピー機の解像度（どれだけ小さな点を読めるか、あるいは印刷できるかを示す尺度）間の違いを利用するものである。印刷機の解像度はコピー機よりも良いので、コピー機が読み取れない小さな点を印刷することができる。大きさの異なる点を組み合わせることによって、コピー時にあたかもメッセージが浮かび上がるかのような仕掛けが可能となる。潜像印刷技術はアプリケーションソフトウェア“PaperTracer”として製品化されている<sup>(3)</sup>

## ● 地紋透かし技術、フォント透かし技術

地紋透かし、フォント透かしは、印刷物に対して、秘密裏に印刷者のIDなどの情報を埋め込み、印刷物漏えい時に、情報漏えい元を特定可能にする技術である。

### (1) 地紋透かし技術

このタイプの透かしは、印刷物の背景に地紋を印刷し、そこに印刷者IDなどの透かしを埋め込む。図-2に示すように、見た目から、“starlight”と呼んでいる。実際に星に見えるパターンは、一様なグ

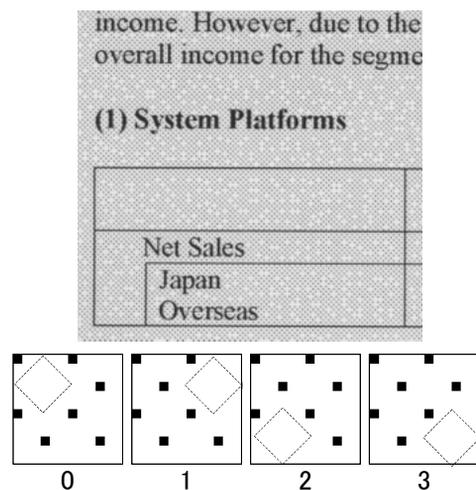


図-2 地紋透かし  
Fig.2-Background texture type watermark.

レイの背景にダイヤモンド型に型抜きされた穴で構成されている。図-2下部に示すように、穴の相対的な位置により、0, 1, 2, 3の数値を表現することが可能であり、印刷者情報が4進数表現で埋め込まれる。情報は印刷物の背景全体に繰り返し埋め込まれるため、紙のどこからでも透かしを検出することが可能である。実験の結果、A4サイズの内紙1/8の領域から32バイトの情報を抽出することができた。

starlightパターンは第三者による透かしの解読が難しいという重要な特徴を持っている。もし透かしが第三者に読み取られると、改ざんが行われ、真の印刷者とは異なる他人のIDを埋め込んだり、日付などを変更したりすることも可能となる。このため、情報漏えい者以外の人物が疑われることも有り得る。しかし、starlightパターンは、図-2上部に示すように各パターンの境界線が不明瞭になるように設計されており、穴の相対的な位置が分からないようになっている。このため、埋め込まれた情報を読み取ることは非常に難しい。

地紋透かしの主な特徴を下記にまとめた。

- ・強力なコピー耐性を有し、最大で10世代コピーを繰り返した印刷物からも透かしを検出することが可能
- ・紙の一部からも透かしを検出することができる（最大でA4サイズの1/8の大きさの領域から32バイトの情報を検出可能）
- ・解読が困難な透かしパターンを採用

## (2) フォント透かし技術

このタイプの透かしは、印刷者のID情報を文字（フォント）の輪郭部分に微妙な変化を加えることで印刷者の情報を埋め込む技術である。文字だけでなく、図形やグラフ、ロゴなどにも埋め込むことが可能で、言語非依存も達成している。最大8バイトの情報を5 cm<sup>2</sup>の領域に埋め込むことが可能である。このため、ドキュメントの一部からでも透かしを検出することができる。図-3は、フォント透かしが挿入された印刷物を1/8に破き、その断片をいったんスキャナでPCに取り込んだ後、透かしを検出するソフトウェアにかけ、印刷者情報を表示したものである。開発したフォント透かし技術は、最大で5世代コピー耐性を有している。

フォント透かしの主な特徴を下記にまとめた。

- ・最大5世代コピーを行った印刷物から透かしの検

出が可能

- ・紙の一部からも透かしを検出することができる（最大でA4サイズの1/8の大きさの領域から8バイトの情報を検出可能）
- ・文字フォントだけでなく、図形や罫線、ロゴなどに透かしの埋め込むことが可能で、言語非依存を達成している

## 個人情報保護法対策システム

図-4は、個人情報保護の観点から、企業に導入されるセキュリティシステムの一例を検討したものである。この例では、クライアントPCの印刷に関するログがセンターサーバによって逐次記録、保存、管理されている。また、印刷者の情報、印刷者のセキュリティポリシーもデータベース化されている。ドキュメント印刷の一連のフローは以下のようになる。

- (1) クライアントPCから印刷要求が実行されると（例えば、MS Wordからの印刷実行）、クライアントPCにインストールされているソフトウェアが印刷イベントを検知する。このとき、ソフトウェアは印刷データ（EMFと呼ばれるアプリケーションに関係ない共通のフォーマット）を横取りし、印刷をいったん保留する（図中①）。
- (2) ソフトウェアはクライアントPCのログインIDやIPアドレスなどの情報をサーバに送信する（図中②）。
- (3) これらの情報を受け取ったサーバは、データベースからクライアントのセキュリティポリ

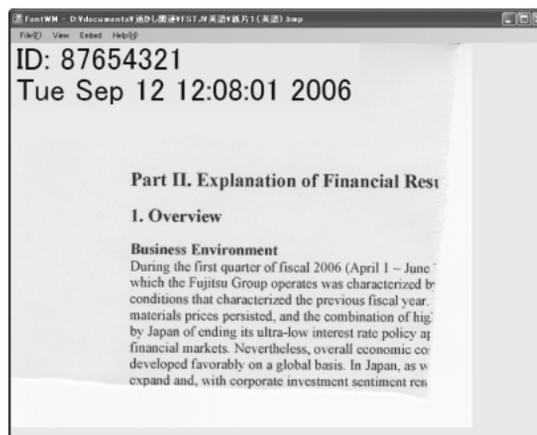


図-3 フォント透かし：紙片からのID情報検出  
Fig.3-Detecting ID information from torn piece of document.

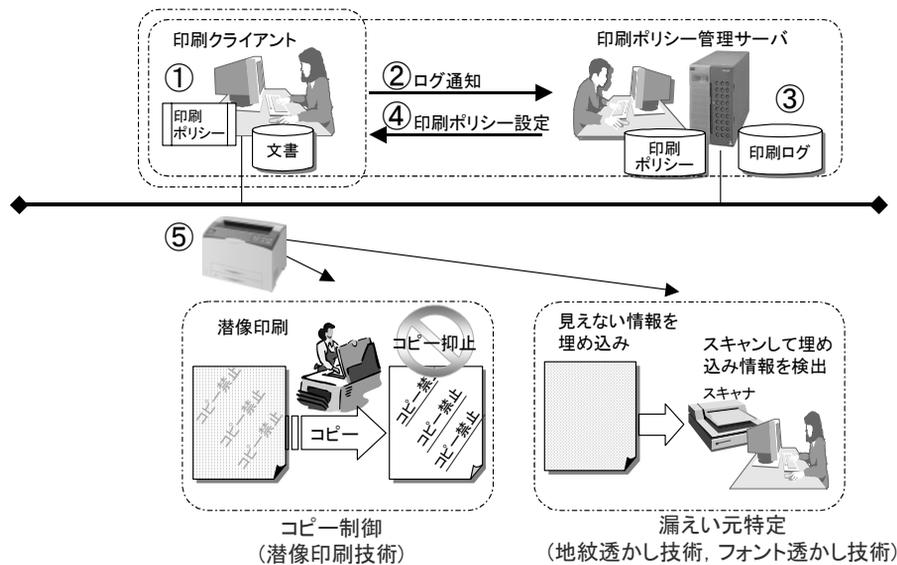


図-4 透かし技術を適用したセキュリティシステム  
Fig.4-Security system for protecting printed documents.

シーを検索し、どの透かしが適当であるかを選択する（図中③）。つぎにクライアントに結果を送信する（図中④）。

- (4) 結果を受け取ったクライアント側のソフトウェアは、それによって透かしを印刷データに埋め込む（図中⑤）。

## そのほか注目されるアプリケーション

情報保護の観点から透かし技術を述べたが、これ以外にも電子透かしのニーズは様々なところで発生している。

### ● クーポンのためのコピーガード

旅行会社は多くのクーポンを発行する。これらの中には、お食事券、ホテルクーポンなど様々なものが含まれる。多くの旅行会社がクーポンの不正コピーを心配している。現状、旅行会社は、二つの方法で対処している。

- (1) 潜像印刷ができる特殊なプリンタを購入する。
- (2) あらかじめ潜像が仕掛けられた特殊な紙を利用する。

しかし、これら二つの方法は、コストが高い問題がある。富士通研究所の潜像印刷技術は、ソフトウェアだけで構成されており、印刷を行うPCにインストールするだけで、潜像印刷を可能とし、低コストを実現している。

### ● 偽造品の検出

タバコや薬などの一部の国内製品が偽造され、海外で販売されるケースがある。パッケージに地紋透かしやフォント透かしを用いて、卸先のID、シリアルナンバを埋め込んでおく。ある販売店で怪しいと思われる商品があれば、複数購入することで、コピー品か模倣品かを見分けることができる。すなわち、透かしから同一のシリアル番号が複数個検出されれば、コピー品であり、反対に透かしが検出されなければ、模倣品であることが分かる。

### ● 印刷物からのURL検出

エンタテインメント関連のアプリケーションとしてもフォント透かしは注目されている。二次元バーコードのようなコードをポスターなどに貼り付け、そこからURLを抽出し、Webサイトに移動するアプリケーションが既に存在するが、フォント透かしを用いれば文字そのものにURLを埋め込むことが可能となる。フォント透かしは狭い領域に繰り返し情報を埋め込むことが可能であるので、新聞などの紙面全体にURLを埋め込むことが可能である。

## む す び

富士通研究所が開発した二つのカテゴリの三つの透かし技術（潜像印刷技術、地紋透かし技術、フォント透かし技術）について述べた。

潜像印刷は原本とコピーの管理を明確にし、印刷

物を取り扱う人間に印刷物管理の責任を自覚させ、情報漏えいを抑止することができる。地紋透かし、フォント透かしは印刷者のIDや印刷日時を印刷物に秘密裏に埋め込むことにより、情報漏えい発生時には漏えい元の追跡が可能となる。

これら二つのカテゴリの技術は既存のセキュリティシステムに組み込むことによって、印刷物の生成から印刷に至る紙のライフサイクルに対応した総合的な情報保護の枠組みを構築することを可能にする。

### 参考文献

- (1) NPO日本ネットワークセキュリティ協会：2005年度情報セキュリティインシデントに関する調査報告書 ver.1.0. 2006年7月31日。  
[http://www.jnsa.org/result/2005/20060803\\_pol01/2005incidentsurvey\\_060731.pdf](http://www.jnsa.org/result/2005/20060803_pol01/2005incidentsurvey_060731.pdf)
- (2) 富士通：SafetyRing。  
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2006/10/17.html>
- (3) 富士通：PaperTracer。  
<http://segroup.fujitsu.com/secure/products/papertracer/>

