

アパレルからリネン，ユニフォームと多岐にわたる布製品の流通管理に使用できる布製のバーコードを開発した。布製品の特長であるデザイン性を損なわないために，通常の白黒バーコードと異なりバーとスペースを同色とした，目立たないバーコードを個別管理用タグとして用い，赤外光で読み取る。これまでバーコードの使用が敬遠されてきた衣料品業界に，流通管理システムや偽造防止システムとして提案し，バーコード普及のきっかけを提供する。

Toshiba has developed woven barcode labels for supply chain management (SCM) of rental textile goods ranging from apparel to linen and uniforms. Barcodes with black stripes cannot be used for these goods as visual design is essential. The concept of hidden barcodes has been realized with barcodes whose bars are of almost the same color as the spaces. Infrared light is used to read the barcodes for the identification tags of these goods. A system to prevent forgery is also proposed.

1 まえがき

バーコードが標準化されて商品の個別管理に使われるようになって，日本ではことしで23年が経過する⁽¹⁾。日用雑貨では100%近い製品にバーコードが使われ，宅配便や図書館の本にもバーコードが付いている。

商品在庫の削減率などで示されているとおり，在庫や履歴管理の情報収集にバーコードは効果的だが，あまり普及していない分野もある。アパレル業界やリネン，ユニフォームといったレンタル衣料業界である。衣料品はデザインを重視すること，レンタル品の場合は使用するたびに洗浄・乾燥を

繰り返すという，他の商品にはない特性があるためである。このような商品の場合も，在庫や履歴管理を個別情報に基づいて行う必要性は高い。われわれが提案する“赤外バーコード”はこのような衣料品の特徴に合わせ，(1)低価格で，(2)耐久性があり，(3)デザインを損ねないことを特長とする布ラベルである。布バーコードと読み取り装置を図1に示す。通常のバーコードでは，バーとスペースの色の違いを利用して読み取りを行うため，バーコードのしま模様が目で見える。赤外光を用いる赤外バーコードでは，バーとスペースを同じ色とすることができ，バーコードのしま模様を目立たなくすることができる。



A/D : アナログ / デジタル

布ラベル

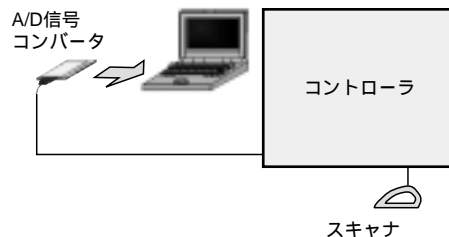


図1．赤外バーコードシステム デザインを損ねない赤外布バーコードと，小型の読み取り装置及びシステム構成を示す。
Infrared barcode system

われわれは、この目だたない赤外バーコードと赤外光を用いた読取り装置を開発し、これまでバーコードを付けられなかった製品にもバーコードを付けることを提案している。ここでは、赤外バーコードの特長と、どのように衣料品管理に使用するかについて述べる。

2 赤外バーコードの特長

バーコードと聞くと“白黒のしま模様”を連想するが、なかには透明なものや、あまり目だたないものもある。次に、透明バーコードの例と、赤外バーコードの特長を説明する。

2.1 透明バーコードが使われる理由

バーコードのしま模様を付けたくないという理由からバーコードが敬遠されている分野がある。標準化バーコードを管理している流通システム開発センターへの聞き取り調査では、昨年のアパレル業界における標準バーコード普及率(紙タグに標準バーコードを印刷している比率)は12%である。また、バーコードを付ける専用のスペースも小形商品では無視できない大きさである。こうした問題への対策としてバーコードを透明に(又は目だたなく)することが行われてきた。

通常のバーコードはバー(黒)とスペース(白)で色が異なるため、照射した可視光に対する吸収の比率が大きく異なる。その結果、可視光を強く吸収するバーから反射して戻ってくる光が弱くなるのに対して、可視光を吸収しないスペースから戻ってくる光は強いままである。目に見える白黒のしま模様に対応した強弱を示す信号が得られるので、これをデコード(復号)してバーコードに書かれた情報を読む⁽²⁾。

透明バーコードの場合は、可視光の代わりに不可視光(380nmよりも短波長の紫外光や770nmよりも長波長の赤外光)を用い、この光に対する性質がバーとスペースで異なる材料を選択する。可視光に対する性質である“色”をバーとスペースで同じにすると、バーコードは透明になる。

これまでに実用化された透明バーコードで現在広く普及しているのは、郵便物に印刷されている透明バーコードである。紫外光を照射するとオレンジ色の蛍光を発する色素を含むインクを用い、インクジェットプリンターで住所の右横にバーコードを印刷している。郵便しわけ装置でこのバーコードを読み取り、はがきを住所の順にしわけする。バーコードが透明なので、住所と重なって印刷されてもバーコード読取りに影響しないし、受け取る側も気づかない(先日テレビのクイズ番組でこの透明バーコードが出題され、初めてその存在を知ったという声を数多く耳にした)。

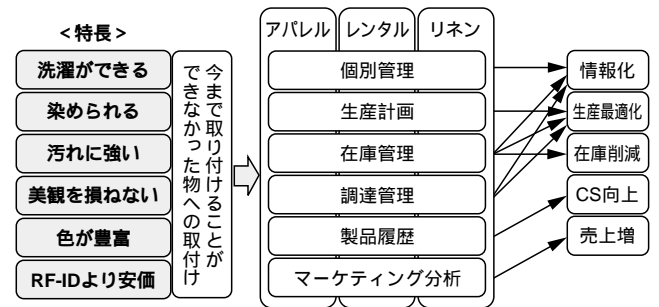
2.2 赤外バーコードの特長

このように透明バーコードは便利だが、郵便に使用されているような蛍光色素は用途によっては耐久性に不安が残る。

リネンやユニフォームでは洗濯・乾燥を繰り返すので、途中で読めなくなってしまうとバーコードをつけた目的が達成

できないばかりでなく、読取り間違いで悪影響を及ぼすおそれすらある。また、蛍光材料は光吸収・発光過程を経て、徐々に材料が劣化することが一般的に知られている。

そこでわれわれは、読取りに光吸収・発光過程を用いないことを考え、材料には高分子材料を用いることにした。高分子材料を糸の形状にしてバーコードを織り込めば、糸が切断・除去されないかぎり糸に由来する信号が得られる。蛍光色素で糸を染色して使用する場合よりも、糸そのものを利用するほうが耐久性が高いことが期待される。開発した赤外バーコードの特長を図2にまとめた。



CS：顧客満足度

図2. 赤外バーコードの特長 用途の拡大と製品管理の有力なツールとして期待できる。

Merits of infrared barcode

次に読取り装置の構成について簡単に説明する。読取り装置の断面を図3に示す。波長が3~5μmの赤外光を発する赤外光源を使用し、試料で反射した光を非冷却式の赤外検出素子であるPbSe(鉛セレン)検出器上にレンズで集光した。冷却式の赤外検出器は高感度だが、大きさや消費電力の面から小型装置の部品には適していない。われわれは高感度の冷却式MCT(水銀カドミウムテルル)検出器を用いて検出性能を検証した。その後、感度は2けたほど低いが安価で冷却を要しないPbSe検出器に、信号の変化分だけ取り出して増幅するAC(交流)結合型増幅器を組み合わ

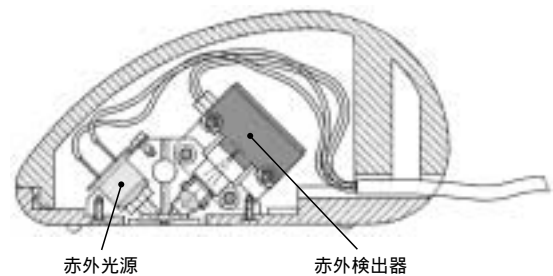


図3. 読取り装置の断面 赤外光を照射し、反射光を検出器上に集光する構成で、変化分だけ増幅して感度を高めている。

Cross section of handheld reader

せた検出器(浜松ホトニクス(株)製)を用いて読取り装置を構成した。

2.3 布ラベルの試作

糸には洗濯・乾燥を繰り返しても形状が安定しており、耐熱性・耐薬品性の高い化学繊維であるポリアクリロニトリル(PAN)の長繊維を選択した。PANはアクリル繊維の一種で、主鎖にシアノ基がついた単純な分子構造を持つ高分子である。黒糸を織り込んだバーコードラベルを製造している織りネームメーカーに依頼し、2種類のPANを用いて試作した布ラベルを図4に示す。図4上に示したのは既に市販されている白黒布バーコードで生地はポリエステルである。基本幅660 μ mで6けたのITF(Interleaved Two of Five)コード⁽²⁾を織り込んだ。

無光沢のポリエステル生地に、光沢糸(製品名:キヌビア)でバーコードを作製したラベルでは、慶事用ネクタイの地模様のように、見る角度によっては光る模様になる。色彩色差計で色差(E^*_{ab} :明度と色度の差に対応)を測定したところ、バーとスペースの色差は3で、わずかに目視できるレベルであった。一方、無光沢糸(製品名:ダルキヌビア)を使用して同様に織り込んだバーコードはほとんど目視することができず、色差も1.5と小さかった。一般に E^*_{ab} が1.5~3の範囲にあると、色の違いは小さいが感知できるとされている。



図4. 布ラベル試作品と従来品の比較 市販されている白黒布バーコードと比較すると、赤外布バーコードは目立たないので、衣料品のデザインを損ねない。

Woven barcode labels (black, bright, dull)

3 衣料品業界におけるバーコードの位置づけ

衣料品の製造、流通は15兆円市場(1998年)と言われ⁽³⁾、中小企業が多く、独特の商習慣を持つことが知られている⁽⁴⁾。

監督官庁である通商産業省(現、経済産業省)生活産業局繊維課では、74年に「繊維取引改善委員会」を設置し合理化を指導してきた。情報の電子化、伝票・バーコードの標準化に取り組み、関連技術の開発も推進している。

この業界では標準化バーコードはまだ普及率が低く、光学的読取りよりも高速に読み取れるRF-ID(Radio Frequency Identification:無線タグ)を一足飛びに使用することも検討されている。98年度よりSPEED(Supply chain management Promotion for Efficient & Effective Distribution system:消費者起点サプライチェーン推進開発実証事業)プロジェクトが開始され、その中でRF-IDとバーコードの性能比較も実験されている⁽⁵⁾。

RF-IDとバーコードの比較を表1にまとめた。電波を用いるRF-IDでは、バーコードの3~5倍の処理速度が得られる一方、単価が現状では1けた高いこと、バーコードにはリーダーで読めなかった場合の補助手段として目視文字(HR:Human Readable)がついているのに対してRF-IDには故障時対策がないなど一長一短であることがわかる。大量生産によってRF-IDの価格は下がると予測するが、両者の特徴の違いから、RF-IDがバーコードをせっけんしてしまうとは考えにくい。選択肢を複数持つことで、コストや個々の顧客の状況にきめ細かく対応するシステム提案ができると考えている。

表1. RF-IDと布バーコードの比較

Comparison of radio frequency identification (RF-ID) and woven barcode

	布バーコード	無線タグ
読取り速度(相対値)	1	3~5
データ量(文字数)	10前後	1k前後
データ追加	読取りだけ	書込み可能
単価	10~30円	200円前後
耐久性	半永久	まれに故障する
故障時対策	あり(HR)	なし
廃棄時の分別作業	なし	あり
取付け作業	なくせる	あり

4 赤外バーコードのアプリケーション例

4.1 レンタル布製品

リネンサプライ市場は6,600億円(97年)であり、高齢化に伴って福祉分野での伸びが予測されている⁽⁶⁾。洗濯工場は何トン/日という処理量をこなしてスケールメリットを出すため、様々な顧客から多種類の品を集めて個別に適した処理を行い、製品を迅速・確実に回転させることが要求される。この要求を実現するため、各製品を個別に識別できるマークを付けて個別データを採り、工程管理(洗濯・乾燥方法、

