

バーコードの多段二重符号化による情報付加と偽造防止

寺浦 信之^{†1} 岩村 恵市^{†2} 越前 功^{†3} 櫻井 幸一^{†4}

概要: 現在、通常の生活の中でよく目にするバーコードは、商品に付されて精算に用いられる JAN シンボルと医薬品に付されてその種別を識別するデータバーリミテッドである。これらのバーコードに収容されているデータは、両者ともに商品番号である。これらのバーコードに例えば消費期限やロット番号などのデータ付加があればより高度な商品、医薬品の管理が可能になる。また、商品や医薬品では偽造品の問題があり、すでに付されているこれらのバーコードを用いて真贋判定が可能になれば、安全な流通システムの構築に寄与できる。そこで、バーコードの要素を多段に分割して、セルを構成し、黒セルを赤外線吸収する黒インクと赤外線透過する黒インクで符号化して、データを付加する。また、付加するデータを秘匿化することにより、偽造防止を実現する。そして、このような構成にすることにより、二重符号化して付加したデータのコピーが不可能になる。

キーワード: バーコード, 多段化, 二重符号化, 情報付加, 偽造防止, ランダムマスク

Adding Information and Preventing Forgery by Multistage Double Encoding of Barcode

Nobuyuki Teraura^{†1} Keiichi Iwamura^{†2} Isao Echizen^{†3} Kouichi Sakurai^{†4}

Abstract: Currently, barcodes that we often see in normal life are EAN/UPC symbol attached to products and used for settlement, and Data Bar Limited attached to pharmaceuticals to identify its type. Both of the data housed in these barcodes are item numbers. If data such as expiration date and lot number are added to these barcodes, products and medicines can be more advanced managed. There is also a problem of counterfeit for goods and medicines, and if it is possible to judge authenticity using these barcodes already attached, it can contribute to the construction of a safe distribution system. Therefore, the elements of the barcode are divided into multiple stages to form a cell, the black cells are encoded with black ink absorbing infrared rays and black ink transmitting infrared rays for data addition. And, counterfeiting prevention is realized by encrypting data to be added. By adopting such a configuration, it becomes impossible to copy data added by double encoding.

Keywords: Barcode, Multistage, Double encoding, Adding information, preventing forgery, Random mask

1. はじめに

本論文では、日本の医薬品に付されているバーコード(データバーリミテッド, 以下 DBL) [1]にシリアル番号などの必要とされる情報を付加する多段二重符号化手法の提案を行う。さらに、多段二重符号化して生成した領域を秘匿化手法を用いて、医薬品の偽造防止を図る手法を提案する。

1.1 背景

日本では、医薬品にバーコードのひとつである DBL が付されており PTP やバイアル瓶、アンプル等に印刷またはシールとして貼付されている。DBL は、商品番号 (JAN コード) のみが記録されており、JAN シンボル[2]と同等のシンボルとなっている。そして、医薬品管理の高度化の為に、シリアル番号、使用期限、ロット番号の情報が必要とされ

ている。しかし、DBL は固定長のバーコードであり、そのままでは JAN コード以外のデータを記録することができない。

また、医薬品の偽造品は相当大きな金額に上っており、欧米を中心としてその対策が検討されている。日本国内では、先に発生した C 型肝炎薬の偽造品混入の事件以来、その対策が求められてきており、正規品認証や偽造防止が必要とされつつある。

上記のように日本の医薬品には DBL が付帯されているので、当該 DBL シンボルを互換性を確保しつつ拡張して認証等を行うことが可能になれば、現行のシステムを維持しながら医薬品管理の高度化や偽造防止等の機能を実現可能となる。

1.2 既存の研究

二次元シンボルに情報を付加するという観点から、二次元シンボルを構成する最小単位であるセルが、白か黒かの 1 ビットを表現するのに対して、セルを多色化して 1 セル当たりの表現ビット数を増加させる研究が多くなされている[3]-[6]。多色化した QR シンボルの例を図 1 に示す。こ

†1 テララコード研究所
Terra Code Research Institute
†2 東京理科大学
Tokyo University of Science
†3 情報学研究所
National Institute of Informatics
†4 九州大学
Kyushu University

れと同様に、バーコードを構成するエレメントを多色化し、バーコードに情報付加する試み[7]がある。また、著者等は二次元シンボルの黒セルを赤外線吸収黒と赤外線透過黒で符号化して情報付加する二重符号化手法の提案[8]を行っている。二重符号化した QR シンボルの例を図 2 に示す。



図 1 カラー二次元²⁾



図 2 二重符号化二次元²⁾
(赤外線透過黒を赤で示す)

また、ここで取り上げる DBL にデータを付加する方法として、付加するデータを収容した二次元シンボルを重ねる合成シンボル（外置法）が規格化されている[9]。また、バーコードの中に二次元シンボルを埋込む手法（内置法）が考えられる。これらの例を図 3、図 4 に示す。



図 3 合成シンボル（外置法）



図 4 埋込み法（内置法）

1.3 課題と提案手法

上記の提案は、多くが互換性が考慮されており、既存の読取装置によってベースとなるシンボルが読取可能となっている。しかし、カラー化などの手法のシンボルは、現状のシンボルと比較して、視覚上異なるシンボルとなっている。実用化に当たっては、現状のシンボルと視覚上全く同じであることが望ましい。

そこで、現状のシンボルと視覚上全く同じシンボルとなる多段二重符号化を提案する。

2. セルの生成

2.1 二重符号化

二重符号化とは、黒モジュール（バーコードでは黒エレメント、二次元シンボルでは黒セル）を識別可能な二種類の黒インクで印刷することにより、データを符号化する手法である。バーコード及び二次元シンボルでは、白と黒で符号化されており、その黒モジュールをさらに符号化するので、この手法を二重符号化と呼んでいる。これらのインクとして、赤外線吸収黒（通常黒）と赤外線透過黒（特殊黒）を想定している。ただし、本稿では、読者が区別可能なように、特殊黒を赤色で表現する。特殊黒は赤外光では白となる。この構成では、コピー機による複写が不可能であり、偽造の安易な手段である複写（コピー）の防止が可

能となる。

2.2 多段化

多段化とは、バーコードを平行に 10 段程度に区分し、バーコードのエレメントを細分化してデータ保持の基本単位であるセルとすることである。二重符号化手法を単にバーコードに適用するのみでは、黒エレメントの数は少数であり、データ増加量も 0.5 倍に留まり、必要なデータを収容することができない。そこで、エレメントをセル化することにより、データ増加量を 5 倍程度とすることが可能になり、必要なデータの収容が可能となる。

図 5 に DBL を多段二重符号化した DBL2D のシンボルを示す。また、赤外線吸収黒及び赤外線透過黒で印刷するパターンを図 6 に示す。



(赤外線吸収黒を赤で示す、以下同じ)

図 5 多段二重符号化 DBL (DBL2D)



赤外線吸収黒



赤外線透過黒

図 6 DBL2D の赤外線吸収黒と赤外線透過黒のパターン

3. データパーリミテッドの多段二重符号化

3.1 シンボル構成

DBL2D について、データ構成などを説明する。DBL2D の視覚的シンボルの構成を図 7 に示す。また、そのシンボル構成を図 8 に示す。



図 7 DBL2D の視覚的シンボル

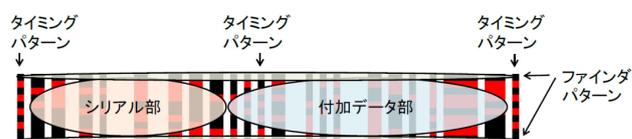


図 8 DBL2D の構成

DBL2Dの視覚的シンボルはDBLと全く同じである。また、DBL2Dは、二次元シンボルであり、付加データをRS符号化し、記憶している。このシンボルの特徴は、セルが長方形であることである。これはDBLのエレメントの幅をそのままセル幅としているからである。セルの高さは皆同じであるが、横幅は収容するJANコードによって異なる。セルの長方形化により、セル中心の特定を容易にしている。

DBL2Dの段数は、10段である。図8に示すように、DBL2Dは、

1. データ領域
2. ファインダーパターン
3. タイミングパターン

から構成されている。

データ領域は、シリアル部と付加データ部が設定されており、それぞれ独立してRS符号化されている。シリアル部はシリアル番号が収容され、付加データ部は、使用期限、ロット番号が収容される。また、認証を行う場合には、付加データ部は秘匿化される。

ファインダーパターンは、DBL2Dの最上段と最下段に設定されており、シンボルの縦方向の検出や回転補正に用いられる。

タイミングパターンは、両サイドのガイドバーの内側部と中央のガイドバー上に設定されており、曲面に貼付された場合などシンボルの歪みを補正するのに用いる。

3.2 RS符号化

DBLは、黒エレメントを23本有しており、DBL2Dではその中の3本をタイミングパターンとして用い、20本をデータ領域としている。データ領域はシリアル部と付加データ部から構成される。1本の黒エレメントは、上下部のファインダーパターンを除いて8セルを有しており、各セルに1ビットを割り当て、RS符号のデータコード語とする。

表1 RS符号の構成

項目	シリアル部	付加データ部
データコード語長	8ビット	8ビット
総データコード語数	8語	12語
データ部データコード語数	4語	8語
訂正部データコード語数	4語	4語

シリアル部の全データコード語は8語であり、4語を訂正データ語とする。誤り訂正率は、25%である。シリアル番号31ビット及び秘匿化フラッグ1ビットからなる。付加データ部のデータ構成は、次節で述べる。

3.3 付加データ部のデータ構成

付加データ部の全データコード語は12語であり、4語を訂正データ語とする。誤り訂正率は16.8%である。

収容データは、ロット番号44ビット、有効期限16ビット、データ種別2ビット、予備2ビットである。データ種別はデータセットを示す。ロット番号は英数字であり、2文字11ビットのデータ圧縮を行う。有効期限も表2のようなデータ圧縮を行う。

表2 付加データ部の構成

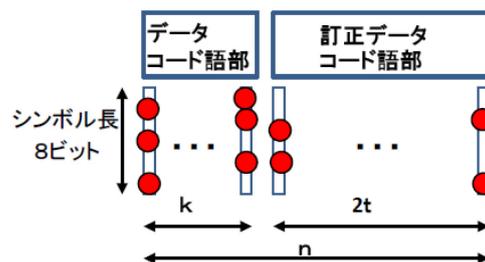
データ構成		
データ内容	データ長	データ符号化
ロット番号	44ビット	英数字(8文字)
有効期限	16ビット	年:7ビット(1~31) 月:4ビット(1~12) 日:5ビット(1~31)
予備	2ビット	通常0
データ種別	2ビット	

4. 秘匿化

4.1 ランダムマスク

ランダムマスクによる秘匿化[10]は、QRコードの誤り訂正に用いるRS符号を用いた秘匿化である。RS符号は、ブロック型の誤り訂正符号であり、予め定義された誤り訂正能力の範囲内の誤りについては、その誤りを訂正することが可能である。しかし、その能力を超えた誤りについては、誤りを訂正することができない。従って、各データコード語に誤りを発生させる行為を、誤りデータビットの位置を共通鍵とする秘匿化として捉えることができる。

RS符号において、 t 個のデータコード語の誤りまで訂正可能とすると、 t 個を超えるデータコード語に誤りを発生させれば、訂正できず復合できない。その誤りの発生をランダムマスクを用いて行うことが可能である。



n : データコード語総数

k : データデータコード語数

t : 訂正可能データコード語数

●: 誤りビット

図9 ランダムマスクによる誤り発生

ここでは、確実に復号を不可能とする為に、全データコード語に誤りを発生させる。また、データコード語を構成するビットについて、平均的に半数のビットを反転させる。攻撃者からの推定を避けるために、乱数を用いて反転ビットを決定する。すなわち、乱数を用いて全ての二重符号化領域（データ部と訂正部）のビット反転位置を決定する。これらはまた、すべての二重符号化領域について、乱数によって0または1を決定し、この値と二重符号化領域セルの値とのXORの計算を行うことと等価である。

4.2 復号鍵の登録

秘匿化に用いた乱数値は、復号を行う装置に登録され、復号に用いられる。復号を行う装置としては、読取り装置、読取り装置が接続されるPCまたはPOS端末、そして、PC/POS端末がインターネットを介して接続される復号サーバが想定される。

5. 処理アルゴリズム

5.1 データ構成

DBL2Dのデータの構成を表3に示す。ここで、d0, d1, d2はそれぞれ互換部、二重符号化部に収容するシリアル部及び付加データ部のデータであり、最終的に読み出すユーザデータである。このデータ構成では、表2に示したように、d0は商品番号、d1はシリアル番号と秘匿化フラッグ、d2はロット番号と有効期限である。書式化データfd0, fd1, fd2はユーザデータd0, d1, d2を定められた書式に従って、データ種別毎にデータ圧縮などを行ったデータである。

u1は、fd1を基にRS符号で符号化したデータコード語であり、データ部データコード語u1,0と訂正部データコード語u1,1から成る。同様に、u2はfd2を基に生成したデータコード語であり、データ部u2,0、訂正部u2,1からなる。

mu2はu2に対してランダムマスク処理を行った後のデータコード語であり、データ部mu2,0、訂正部mu2,1からなる。

表3 データ構造

	互換部	二重符号化部			
		シリアル部		付加データ部	
	データ部	データ部	訂正部	データ部	訂正部
ユーザデータ	d0	d1		d2	
書式化データ	fd0	fd1		fd2	
収容データコード語		u1		u2	
		u1,0	u1,1	u2,0	u2,1
マスク処理後収容データコード語		mu2			
		mu2,0	mu2,1		

5.2 符号化処理

ステップ1 データの準備

互換部、二重符号化部に収容するユーザデータd0, d1, d2を準備する。

ステップ2 互換部（バーコード部）の符号化

データd0を、DBLの仕様に基づいて黒及び白エレメントの幅fd0に変換し、DBLバーコードシンボルを得る。DBLのエレメントは最低1個から最大8個のモジュールから構成されている。そこで、fd0は1から8の値をとる。

ステップ3 二重符号化部の符号化

①シリアル部のRS符号の生成

シリアル部のシリアル番号と秘匿化フラッグデータを合体してfd1とする。fd1をRS符号のデータコード語に変換し、データ部データコード語u1,0及び、誤り訂正データコード語u1,1を生成し、両者を合わせてu1とする。

②付加データ部のRS符号の生成

付加データ部のロット番号と使用期限のデータd2をそれぞれデータ圧縮し、予備ビット及びデータ種別と合体してfd2とする。fd2をRS符号のデータコード語に変換し、データ部データコード語u2,0及び、誤り訂正データコード語u2,1を生成し、両者を合わせてu2とする。

ステップ4 秘匿化

付加データ部のRS符号のデータコード語をランダムマスクによって秘匿化する。

①乱数の発生

付加データ部は、8ビット長のデータコード語が12語であるので、96ビットの乱数を発生させランダムマスク値RMとする。

②ランダムマスク処理

付加データ部のデータコード語u2とランダムマスク値RMをXOR処理を行い、mu2を得る。全データコードに誤りが発生していることを確認し、誤りのないデータコード語がある場合には、再度乱数を発生させる。

ステップ5 多段化（データセルの生成）

ステップ2で生成したバーコードシンボルを縦方向に10分割してデータを保持するセルを生成する。セルで保持するデータをcd(n,m)とする。ここで、cd(n,m)は1ビット長のデータである。nはDBL2Dのデータ部黒エレメントを左側から付した列番号であり、1から20の値を持つ。mは、データ部の上から付した行番号であり、1から8の値を持つ。

ステップ6 セルデータの配置

ステップ3及びステップ4生成したu1及びmu2をステップ5で定義したcd(n,m)に配置する。

ステップ7 シンボルの生成

$cd(n,m)$ の値が1の場合は、 $cd(n,m)$ のセル領域を赤外線吸収インクで印刷し、0の場合には赤外線透過インクで印刷する。

以上で、DBL2Dのシンボルの生成が完了する。

5.3 復号処理

ステップ1 交換部の復号

①白色光撮像

既存のバーコード読取装置では、白と黒で表現されるエレメントの撮像に赤色LEDを用いることが多い。また、スマホでは白色LEDが用いられている。ここでは、赤外光と明確に区別するために、白色光と表現する。

最初に、白色照明をONして、白色画像を撮像する。この場合、赤外線吸収黒インクで印刷したセル及び赤外線透過黒インクで印刷したセルは両者ともに黒となり、図7で示した画像が得られる。

②DBLの復号

撮像した画像から黒及び白エレメントの幅を特定して fd_0 を得て、DBL復号の通常の処理と同様に行い d_0 を得る。

ステップ2 セル色の特定

①赤外光撮像

次に、赤外照明をONして、赤外光画像を撮像する。この場合、赤外線吸収黒インクで印刷したセルは黒となり、赤外線透過黒インクで印刷したセルは白となるので、図6上段で示した画像が得られる。

②セル中心位置の特定

赤外光画像の4隅を特定し、DBL2D標準画像に透視変換する。標準画像のセル中心に対応する点を赤外光画像でのセル中心点とする。

③セル色の特定

上記で特定したセル中心点をサンプリングし、明度 $BR(n,m)$ を得る。すべてのセルの明度の平均値を計算して、黒白判定の閾値 St とする。 $BR(n,m)$ について、 St よりも明るい値を白、暗い値を黒と判定する。

判定の結果、当該セルが黒と判定した場合には、

$$cd(n,m)=1,$$

とし、白と判定された場合には、

$$cd(n,m)=0,$$

とする。

ステップ3 シリアル部の復号

①RS符号のデータコード語の作成

シリアル部の8本の $cd(n,m)$ からデータコード語 u_1 を作成する。 n が1から4までがデータ部データコード語 $u_{1,0}$ に対応し、 n が5から8までが訂正部データコード語 $u_{1,1}$ に対応する。

②シンボルの復号

u_1 についてRS符号の誤り訂正処理を行い、誤りを訂正したデータ fd_1 を得る。 fd_1 からデータ分離を行い d_1 を得る。

ステップ4 付加データ部の復号

①RS符号のデータコード語の作成

シリアル部の12本の $cd(n,m)$ からデータコード語 mu_2 を作成する。 n が9から16までがデータ部データコード語 $mu_{2,0}$ に対応し、 n が17から20までが訂正部データコード語 $mu_{2,1}$ に対応する。

②秘匿の復号

復号鍵をどこに保管するかは、システム構成によって異なってくる。ここでは、処理内容の説明のために、読取端末の内部に保管する場合について述べる。

ステップ3で復号したシリアル番号に対応する復号鍵RMを特定し、 mu_2 に対してRMをXOR演算を行い、 u_2 を得る。

③シンボルの復号

u_2 について、RS符号の誤り訂正処理を行い、誤りを訂正したデータ fd_2 を得る。 fd_2 からデータ拡張を行い d_2 を得る。

以上で、DBL2Dの復号処理が完了する。

6. 読取試験

6.1 読取試験方法

①サンプルの製作

図3に示したDBL2Dを最小エレメント（モジュール）サイズが30MILから10MILのサンプルを製作した。印刷には、リコー製カラーデジタル印刷機を用いた。印刷精度は1200dpiである。

サンプルの印刷に用いた黒インクについて、赤外線吸収黒は、インクの原色であるCMYKのKの黒色インクを用いた。このインクはカーボンを含み、赤外線吸収特性を有する。赤外線透過黒は、CMYKのCMY合成によって印刷した。カーボンを含まないC、M、Yインクの多くは、赤外線に対して透明であり、これ等を合成しても赤外線透過特性を有する。

収容したデータ内容は、次節に示す表5の内容と同一である。また、読取り性の評価試験であるので、秘匿化処理は行わなかった。

②読取装置

読取りは、既存の手持ち式スキャナを改造して用いた。改造に用いたスキャナは、独立してON/OFF制御可能な2系統の赤色LEDを二個ずつ有しており、その一系統の二個のLEDを赤外LEDに交換した。そして、5.3復号処理の項で述べた復号処理ソフトウェアを作成して実装した。

撮像素子は752x480のCMOSセンサーを用い、赤外線

LED の波長は 940nm を用いた。

読取装置は USB インターフェイスを有しており、PC に接続して読取結果を表示させた。

③読取り

読取りは、各サイズのサンプルについて、10回づつ実施した。スキャナは、手振れを避けるために専用のスタンドに固定して読取らせた。読取りは室内の通常的环境下で行った。

読取り結果の出力は、DBL を読めなかった場合は無応答とし、DBL は読めたが二重符号化部は読めなかった場合には、DBL 部のデータのみを出力させた。DBL2D 全体が読めた場合には、その復号データを出力させた。

6.2 読取試験

①読取試験結果

読取り結果を表 4 に示す。準備した全てのサイズのサンプルについて、DBL を読み取れた。二重符号化部については、サイズが大きい場合には 100%読取ることができた。一方、サイズが小さい場合には、読取り率が低減した。

表 4 読取り試験結果

サイズ(MIL)		30	20	15	12	10
読取率 (%)	互換部	100	100	100	100	100
	二重符号化部	100	100	100	80	50

②読取試験結果の分析

サイズが小さい場合に、読取り率が低減した第一の理由は、撮像素子が 30 万画素と比較的低密度であったことであり、小さなセルの識別誤りが発生したと考えられる。第二の理由は、室内光の影響である。読取り試験を通常の室内環境で実施したため、赤外光での撮像時に室内光の反射光の混入による識別誤りが発生したと考えられる。室内照明を消した状態で行った読取りでは、読取り率の向上が見られた。

これらは、より高密度の撮像素子を用い、赤外線 LED の発光量を増大させることで、よりサイズの小さいシンボルを読取り可能になると考えられる。

7. システム構成

7.1 秘匿化無しの場合（データ付加のみ）

二重符号化部の付加データ部を秘匿化しない場合には、秘匿の復号の必要がないので、シンボルの復号は読取装置内で完結する。そこで、図 10 に示したように、読取り端末を PC や POS 端末に接続し、PC/POS は入力したデータそのまま利用可能であることが望ましい。

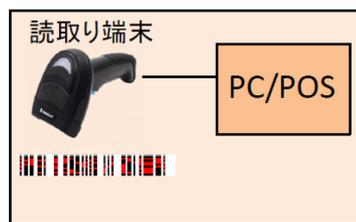


図 10 秘匿化無しの構成

表 5 データ内容と AI

データの種別	AI	データ内容
商品コード	(01)	04912345678904
シリアル番号	(21)	1357924680
使用期限	(17)	20200331
ロット番号	(10)	ABCD1234

そこで、出力形式として GS1 の定める AI[11]を前置させる。AI の例を表 5 に示す。ここで、例えば、AI が 01 の場合には、商品コードを示し、21 であればシリアル番号を示す。また、データ内容は各データ種別に対応して記憶させたデータの内容 d0, d1, d2 である。

表 6 に具体的な出力データを示す。付加データ部のデータ内容は AI が前置されて出力されており、受信側はデータ種別を識別可能である。AI 番号の前後の括弧は、AI であることを確認しやすいように付記しており、実際には出力されない。

このデータ形式は、GS1 によって提案されている方式 [11]であり、現在多くの POS 端末で対応している。従って、可変長バーコードである GS1-128 バーコードを読み取ったと同等の処理を行うことが可能である。

表 6 秘匿化の無い場合の出力データ内容

出力データ内容
(FNC1)(01)04912345678904(21) 1357924680 (17) 20200331(10) ABCD1234

表 6 に示した出力データ内容の冒頭にある(FNC1)は、GS1 が規定しているデータ構造を持つデータを示すコードである[11]。

7.2 秘匿化有りの場合

付加データ部を秘匿化する場合、復号鍵を保管する場所がシステム構成によって異なってくる。

①小規模システム

シリアル番号に関係せず、同じ互換部（商品コード）に

ついて、同じ復号鍵を用いる場合には、記憶すべき復号鍵の数は限定的であり、読取り装置内部に記憶可能である。そこで、読取り端末で復号処理を行い、そのデータ d0,d1,d2を秘匿化のない場合と同様表 6 に示す書式で出力する。

但し、このような構成とする場合には、偽造者に読取り端末を解析されても復号鍵が漏洩しないように、復号鍵を秘匿化する等の対策が必要となる。

②中規模システム

同じ復号鍵を用いる単位が互換部（商品コード）ではなく、例えばロット単位などの場合には、予め読取り端末に復号鍵を記憶させるのは煩雑であるので、復号処理の主体は PC/POS となる。

そこで、読取り端末では二重符号化部のシリアル部の秘匿化フラグを判定し、秘匿化されている場合には、表 7 に示すように、付加データ部の秘匿化データ mu2 を出力し、PC/POS で復号する。ここで、(90)は秘匿化データを示す AI である。

表 7 秘匿化の有る場合のデータ出力内容

出力データ内容
(FNC1)((01)04912345678904(21) 1357924680 (90) 147AD0369CF258BE

②大規模システム

秘匿化をシリアル番号毎に行う場合には、復号鍵のデータ量が莫大な数となり、それらを PC/POS に記憶させるのは適当ではないので、復号鍵を記憶し復号するサーバを用いる。その場合のシステム構成を図 11 に示す。

この場合には、秘匿化された付加データ部のデータ mu2 を商品コード、シリアル番号とともに復号サーバに送信し、復号サーバは商品コード、シリアル番号を基に復号鍵を特定して、umu2 を復号し、復号処理結果を PC/POS に返信する構成となる。

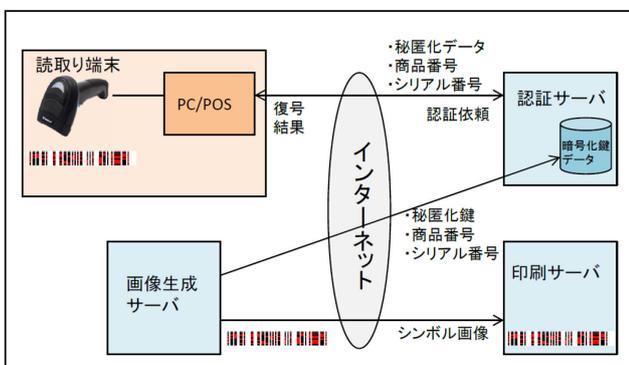


図 11 秘匿化大規模システム

8. おわりに

日本の医薬品の管理に用いられている DBL に必要とされている情報を付加する手法として、多段二重符号化法を提案した。そして、実際にサンプルを作成し、読取り試験を実施し、その実用性を確認した。

また、偽造防止の手段として、RS 符号のランダムマスク化による秘匿化を適用可能なシンボル構成及びデータコード語構成を提案した。

現状の DBL と視覚的に全く同一の DBL2D は、利用者にとって違和感がなく、且つ互換性を有している。今後の実用化に向けた検討を進めていく。また、商品に付されて POS システムに用いられている JAN シンボルに対しても本論文で提案した多段二重符号化手法を適用可能であり、その構成の検討を併せて進めていく予定である。

参考文献

- [1] JIS X 0509 : 2012 (ISO/IEC 24724 : 2011) 情報技術—自動認識及びデータ取得技術—バーコードシンボル体系仕様—GS1 データバー。
- [2] JIS X 0507 : 2004(ISO/IEC 15420 : 2000)バーコードシンボル—EAN/UPC—基本仕様。
- [3] Shimizu, T. et al., Color Recognition by Extended Color Space Method for 64-color 2-D Barcode, MVA2011 IAPR Conference on Machine Vision Applications, PP.259-262, 2011.
- [4] 遠藤祐介, 廣友雅徳, 佐治勇樹, 渡辺優平, 森井昌克, 多値二次元コードにおける高階調度認識アルゴリズムの提案, 電子情報通信学会論文誌 D Vol.J95-D No.11 PP.1935-1943, 2012.
- [5] Teraura, N. and Sakurai, K., Proposal of Multi-value Cell structure High Density Two-dimensional codes and Evaluation of Readability using Smart phones, Proc. of 7th IFIP International Conference on New Technologies Mobility and Security, PId. 1162546 -D, 2015.
- [6] 寺浦信之, 櫻井幸一, 多値セル型二次元コードでの多分割領域への複数ユーザのアクセス制御, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.9, pp.1965-1973. 2015.
- [7] 寺浦信之, 櫻井幸一, 商品コード用バーコードの互換性を維持した秘匿化と大容量化, 信学技報 EMM2012-83 (2012-11).
- [8] 寺浦信之, 岩村恵市, 越前功, 櫻井幸一, 二重符号化二次元コードのパターンマスク秘匿化への RS 符号を用いた誤り訂正の影響検討, 信学技報 EMM2017-12(2017-05).
- [9] ISO/IEC 24723:2010 Information technology -- Automatic identification and data capture techniques -- GS1 Composite bar code symbology specification.
- [10] 寺浦信之, 櫻井幸一, RS 符号データコード語にパターンマスクを適用した多値化二次元コードの秘匿化, コンピュータセキュリティシンポジウム(CSS2013), 809-816, 2013.
- [11] GS1 General Specifications, Release 18, 2018