

# データキャリアと RFID 用ミドルウェア

2013 年 10 月 31 日  
柴 田 彰

## 1. データキャリアの混在とミドルウェア

データキャリアは 1 次元シンボル、2 次元シンボル、RFID およびリライタブルハイブリッドメディア (RHM) に大きく分類することができる。ISO 国際規格による RFID へのデータ格納方法は、上位からソフトウェアシステム基盤 (ISO/IEC 24791 シリーズ)、アプリケーションコマンド・データ圧縮 (ISO/IEC 15961 シリーズ、ISO/IEC 15962) および RF タグのエアーインターフェイス (ISO/IEC18000 シリーズ) が関係して、複数種類の RFID エアーインターフェイスや 1 次元/2 次元シンボルの混在使用に対応したデータキャリア (リアソフトウェア) システムが規定されている。しかし、現実的にはこれらのソフトウェアシステムをフルサポートするリーダ・ライタおよびミドルウェアは存在しない。世の中に RFID ミドルウェアと呼ばれる商品は数多く存在するが、ミドルウェアの範囲は一緒ではない。そうした中で、唯一業界標準として存在するのが EPC グローバルのミドルウェア (LLRP) 仕様であるが、これをフルサポートするリーダ・ライタもまた存在しない。ここでは、RF タグのエアーインターフェイスを ISO/IEC 18000-63 タイプ C に限定して述べる。

## 2. EPC グローバルのミドルウェア

GS1 の EPC グローバルは低レベル・リーダ・プロトコル (LLRP : Low Level Reader Protocol) を標準化している。LLRP は EPC グローバルの RFID ミドルウェアであり RF タグのリーダ・ライタとホストコンピュータ (アプリケーション) との間に挿入され、上位側から見て、既存アプリケーション・外部ネットワーク接続、データ取得・変換管理、リーダ・ライタ管理などの機能を持っている。

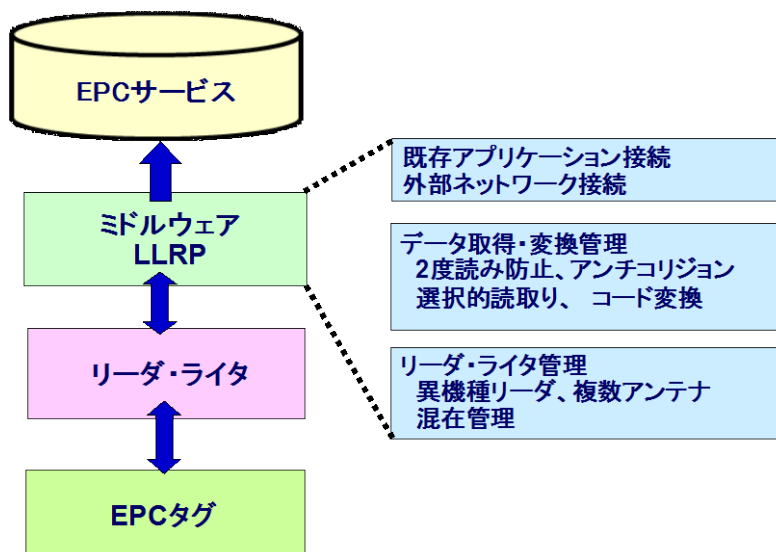


図 1 EPC ミドルウェア

そのミドルウェアは、同一 RF タグの 2 度読み防止機能、RF タグの選択的読み取り機能 (パレットタグを読むか、通い箱タグを読むのかの選択)、複数リーダで読み取ったタグの重複排除機能などの RFID を活用するに当たって不可欠な機能が含まれている。特に、EPC コードの 8 ビットヘッダーを利用して選択的読み取りが可能になっている。

しかし、EPC タグへの格納データは固定長、ノンディレトリ方式 (アクセス方式) 方式であるため、ディレトリ方式には対応していない。またバイナリ格納方式であるため当然のことながら、データ圧縮は無関係になっている。

### 3. ISO のミドルウェア

ISO の規定では、アクセス方式はノンディレクトリ、ディレクトリ、パックオブジェクトおよびタグデータプロファイルの各方式がサポートされている。この 4 つの方式の中でも、第 2 図に示すように、ノンディレクトリ方式とディレクトリ方式が重要である。ノンディレクトリ方式は RF タグへの格納効率は良いが、変換テーブルが必要になる。一般的に、業界ごとに必要なデータ項目とデータ内容が異なるためノンディレクトリ方式を採用すると、業界ごとの変換テーブルをリーダー・ライターまたはアプリ（ミドル）側で持つ必要がある。ミドルウェアでどこまで対応できるかがオープン用途でのサプライチェーンではポイントになるとと思われる。

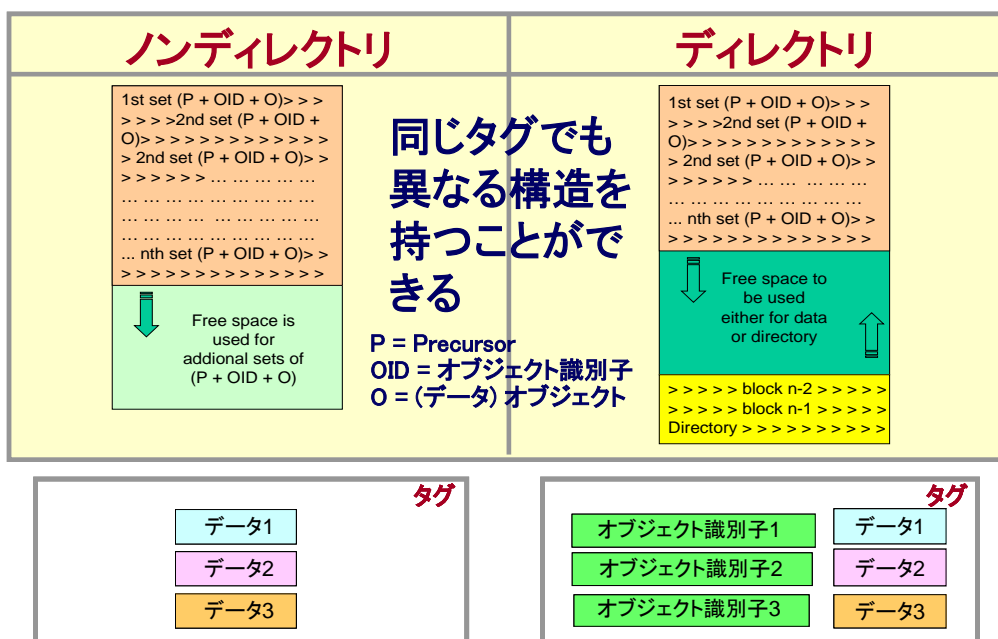


図 2 ノンディレクトリ方式とディレクトリ方式

RF タグのメモリ容量と価格は一般的に比例関係にあり、安価なタグを使用する場合は、少ないメモリに効率的にデータを格納する必要がある。そのためどうしても、データ圧縮が必要になる。ISO のデータ圧縮の代表例を表 1 に示す。表 1 で示すデータ圧縮はノンディレクトリのアクセス方式のみに対応している。

表 1 データ圧縮

圧縮モード	内容
バイナリ	2 進数
4 ビット	数字 (ISO 646 hex30~hex39)
5 ビット	大文字の英字 (ISO 646 hex41~hex5F)
6 ビット	大文字の英字・数字 (ISO 646 hex20~hex5F)
7 ビット	ISO 646
8 ビット	ISO/IEC 8859-1

表 1 の 6 ビット圧縮は ISO 646 の hex20~hex5F のキャラクターが使用できる。しかし、これでは RFID のユーザバンクにデータを格納する場合の特殊キャラクターが含まれていない。そこで、表 2 に示す新しい 6 ビット圧縮が提案されて、規格化された。新しい 6 ビット圧縮は hex21~hex27 および hex5E~hex5F のキャラクターが表 1 に示す 6 ビット圧縮モードのキャラクターと異なっている。ISO のデータ圧縮を利用する場合、現状のリーダー・ライターは全く、対応していないため、どうしてもミドルウェアで対応する必要がある。

表 2 6 ビットキャラクタエンコード表

ISO 646 番号 (hex)	文字 コード	ISO 646 番号 (hex)	文字 コード	ISO 646 番号 (hex)	文字 コード	ISO 646 番号 (hex)	文字 コード
20	Space	30	0	40	@	50	P
21	<EOT>	31	1	41	A	51	Q
22	<Reserved>	32	2	42	B	52	R
23	<FS>	33	3	43	C	53	S
24	<US>	34	4	44	D	54	T
25	<Reserved>	35	5	45	E	55	U
26	<Reserved>	36	6	46	F	56	V
27	<Reserved>	37	7	47	G	57	W
28	(	38	8	48	H	58	X
29	)	39	9	49	I	59	Y
2A	*	3A	:	4A	J	5A	Z
2B	+	3B	;	4B	K	5B	[
2C	,	3C	<	4C	L	5C	¥
2D	-	3D	=	4D	M	5D	]
2E	.	3E	>	4E	N	5E	<GS>
2F	/	3F	?	4F	O	5F	<RS>

ここで ISO の規格に対応したミドルウェアの必要機能を列挙する。

- (1) ノンディレクトリ方式とディレクトリ方式（コード変換）への対応
- (2) データ圧縮（バイナリ、6 ビット、8 ビット格納方式）への対応
- (3) 2 度読み防止（アンチコリジョン）機能への対応
- (4) 選択的読み取り（フィルタリング）機能への対応
- (5) リーダ・ライタの複数アンテナ制御機能への対応
- (6) 複数のリーダ・ライタ制御機能への対応
- (7) 外部ネットワーク接続機能への対応

ISO の規格（ISO/IEC 24791 シリーズ、ISO/IEC 15961 シリーズ、ISO/IEC 15962 など）に基づいてミドルウェアを作成すればこれらの全ての機能と、1 次元シンボルや 2 次元シンボルとのハーモナイズも可能になる。しかし、ISO 規格に対応したミドルウェアは現時点で存在しない。

さらにすでに 1 次元シンボルや 2 次元シンボルはサプライチェーンで利用されており、RFID を導入するからと言って、1 次元シンボルや 2 次元シンボルの仕組み（システム）まで変更することはあまりない。基本的には、RFID 導入時には 1 次元シンボル、2 次元シンボルや RFID が共存する仕組みを考えるべきである。以下の章では、1 次元シンボル、2 次元シンボルや RFID のシステムを明確にすることにより、それらが共存する仕組みを見出そうとするものである。

#### 4. 1 次元シンボル

1 次元シンボルの場合を図 3 に示す。ホストコンピュータからプリンタを介して、1 次元シンボルがエンコード（ラベルなどに印刷）される。ホストコンピュータからプリンタへの制御コマンドなどは標準化されていないため、プリンタごとに異なっている。なぜならば、プリンタで印刷されるラベルなどは、1 次元シンボルのみではなく、目視情報や 1 次元シンボルへのエンコードデータなどを印刷しているため、文字・図柄の大きさや位置が多種あり、プリンタの機種に関係

なく、コマンドを統一するのが困難であるからである。

エンコードされた 1 次元シンボルをリーダで読み取ると、ほとんどのリーダはエンコードされたデータをそのまま、8 ビット単位でホストコンピュータに送信する。この場合の文字コードは ISO/IEC 646 で規定される 7 ビットアスキーコードの最上位ビットに 0 を付加したことが多い。1 次元シンボルの種類を識別したい場合は ISO/IEC 15424 で規定されるデータキャリア識別子をデータの先頭に付加する。

1 次元シンボルリーダの場合はホストコンピュータからコマンドで状態を設定する場合は少なく、バーコードメニューなどで、あらかじめ状態設定したリーダを接続する場合が多い。バーコードメニューは読み取りシンボル指定、読み取り桁数指定、チェックデジット指定、チェックデジットデータ送信指定、データキャリア識別子送信指定やデータ一致回数（取り込んだデータを何回一致したら正しいデータとするかという回数）指定などがある。

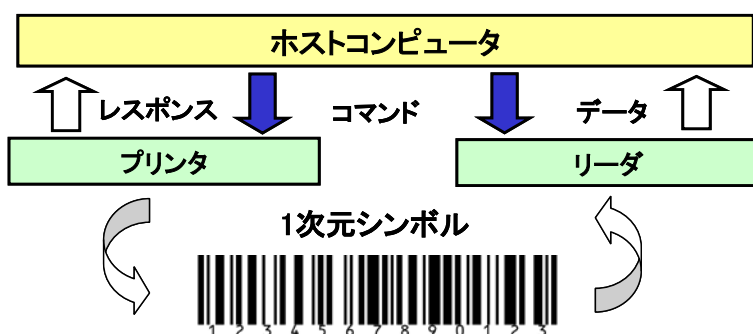


図 3 1 次元シンボルのシステム構成例

## 5. 2 次元シンボル

2 次元シンボルの場合を図 4 に示す。ホストコンピュータからプリンタを介して、2 次元シンボルがエンコード（ラベルなどに印刷）される。2 次元シンボルプリンターはほとんど 1 次元シンボルも印字することができるが、1 次元シンボルの場合と同様に、ホストコンピュータからプリンタへの制御コマンドなどは標準化されていないため、プリンタごとに異なっている。なぜならば、プリンタで印刷されるラベルなどは、2 次元シンボルのみではなく、目視情報や 2 次元シンボルへのエンコードデータなどを印刷しているため、文字・図柄の大きさや位置がいろいろあり、プリンタの機種に関係なく、コマンドを統一するのが困難であるからである。

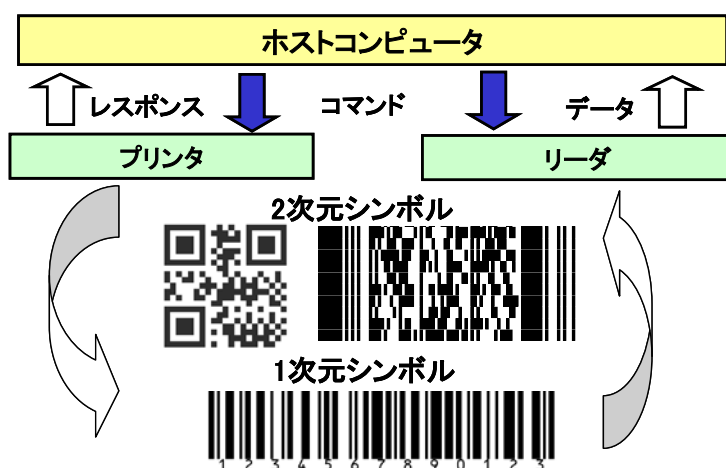


図 4 2 次元シンボルのシステム構成例

エンコードされた 2 次元シンボルをリーダで読み取ると、ほとんどのリーダはエンコードされたデータをそのまま、8 ビット単位でホストコンピュータに送信する。この場合の文字コードは

ISO/IEC 646 で規定される 7 ビットアスキーコードの最上位ビットに 0 を付加したものである。2 次元シンボルの種類を識別したい場合は ISO/IEC 15424 で規定されるデータキャリア識別子をデータの先頭に付加する。2 次元シンボルリーダのほとんどは 1 次元シンボルを読み取ることができる。2 次元シンボルリーダの場合も、1 次元シンボルリーダと同様に、ホストコンピュータからコマンドで状態を設定する場合は少なく、バーコードメニューなどで、あらかじめ状態設定したリーダを接続する場合はほとんどである。バーコードメニューの内容は 1 次元シンボルの場合と同様であるが、表示 LED 制御、ブザー制御やトリガースイッチ制御などの項目や、2 次元シンボル (QR コード) の白黒反転モードや連結モードなども設定できる。

### 5-1. QR コードの対応キャラクタセット

ここで QR コードを例にして、なぜ、各社、各様のプリンタで QR コードを印字 (エンコード) しても、リーダで同じデータを獲得できるのかを説明するが、最初に QR コードの対応キャラクタセット (データ圧縮) について述べる。QR コードは以下に述べる 8 つのモードがある。

- (a) 拡張チャネル解釈モード：各国言語、暗号化、データ圧縮、クローズシステム対応 等
- (b) 数字モード：数字 0~9、3 数字を 10 ビットで符号化
- (c) 英数字モード：数字 0~9、英字 A~Z、9 種類の記号、2 文字を 11 ビットで符号化
- (d) 8 バイトモード：JIS X0201 に基づくキャラクタセット、1 文字を 8 ビットで符号化
- (e) 漢字モード：JIS X0208 付属書 I (シフト JIS) に基づくキャラクタセット、1 文字を 13 ビットで符号化
- (f) 混在モード：上記のモードの混在モード

### 5-2. QR コードへのデータ格納方法

QR コードへのデータ格納方法を、混在モードを例にして述べる。混在モード時の、QR コードへの格納構造を表 3 に示す。モード指示子、文字数指示子、データの組み合わせで格納される。データが数字のみの場合はモード指示子が「数字モード」になり、続いて文字数指示子、データとなる。英数字、漢字などの複合データは特に指定しない限り、格納データから自動的に格納効率が最大になるように設定 (配置) され、QR コードの 2 進符号にエンコードされる。従って、ホストコンピュータはモードに関してはなにもしなくてもよい。

表 3 混在モードのデータ格納構造

モード 指示子 1	文字数 指示子 1	データ	モード 指示子 2	文字数 指示子 2	データ	...
--------------	--------------	-----	--------------	--------------	-----	-----

### 5-3. QR コードのエンコード

QR コードはなぜ各社、各様のプリンタで印字 (エンコード) しても、リーダで同じデータを獲得することができるのかを説明する。QR コードのメカニズム (構造) は豊田中央研究所とデンソーの共同開発であるが、QR コードへのデータのエンコード (生成) やデコードはデンソーが担当した。QR コードを広く利用してもらうためには、世界中のプリンターメーカーのプリンタで印字する必要がある。そのためデンソーはプリンタに組み込むエンコードソフトを開発し、世界中のプリンターメーカー約 40 社、約 300 機種に無償でエンコードソフトを提供した。そのため、QR コードのエンコードは 1 種類のソフトウェアになり、統一された。もちろん、QR コード仕様の改定などに対応したソフトウェアも無償で提供した。その結果、印字側が一意に決定したためこのリーダでも読めるようになった。

## 6. RFID

RFID の場合を図 5 に示す。ホストコンピュータとリーダ・ライタとの間のアプリケーションコマンドやレスポンスは前述したように、ISO/IEC 24791 シリーズ、ISO/IEC 15961 シリーズおよび ISO/IEC 15962 で規定されている。リーダ・ライタのデータプロトコル、タグドライバおよびマッピングルールは ISO/IEC 15962 で規定されている。これらは、1 次元/2 次元シンボルプリンターのコマンド・レスポンスとは全く異なる。

リーダ・ライタとRFタグとのエアインターフェイスはISO/IEC 18000シリーズで規定されている。ISO/IEC 15961シリーズおよびISO/IEC 15962はエアインターフェイス（ISO/IEC 18000シリーズ）が標準化されているすべてのRFタグおよび、1次元/2次元シンボルのプリンタ、リーダにも対応しているが、これらの規格を適用すると非常にミドルウェアが複雑になる。使用するRFタグの種類が少なければ、エアインターフェイスの規格に基づいてシステムを構築することも可能である。ここで、重要なことは、RFIDを導入するために、すでに導入されている1次元/2次元シンボルのプリンタ、リーダのコマンド・レスポンス仕様を変更することはほとんどないということである。言い換えれば、規格化されているISO/IEC 24791シリーズおよびISO/IEC 15961シリーズはRFIDのみならず1次元/2次元シンボルにも対応しているが、1次元/2次元シンボルは既に導入されていることがほとんどであり、これらのシステムが変更されることはほとんどないと思われ、無用の長物になってしまっている可能性が高い。

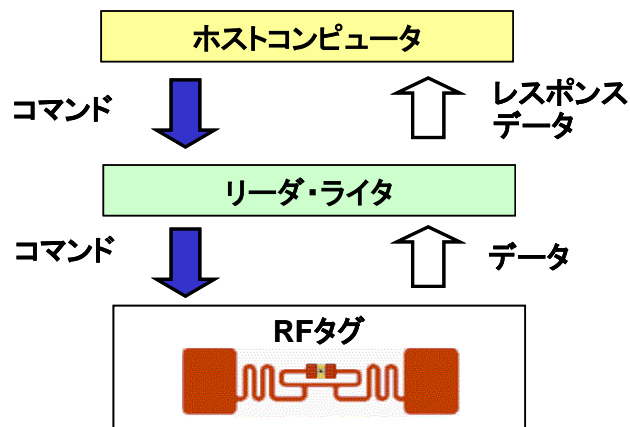


図5 RFIDのシステム例

RFタグを限定すると、データプロトコルおよびマッピングルールが簡素化され、ミドルウェアも簡素化される。この理由から、RFIDの海上コンテナ規格を除くサプライチェーン規格（ISO 17364～ISO 17367）ではRFタグを基本的にISO/IEC 18000-63タイプCに限定している。

## 7. リライタブルハイブリッドメディア（RHM）

リライタブルハイブリッドメディアのシステム例を図6および図7に示す。図6はRHMのプリンタの内部で、プリンタとRFタグのリーダ・ライタが一体化されており、リーダも1次元/2次元シンボルリーダおよびRFタグリーダ・ライタが一体化されているものである。従来のシステムでは、ホストコンピュータからプリンタへの制御コマンドなどはプリンタごとに異なっているので、RFタグの機能が追加されても、ISO/IEC 24791シリーズやISO/IEC 15961シリーズなどが適用されることはない。リーダからホストコンピュータへの送信データも1次元/2次元シンボルと同じフォーマットが採用されるのが自然であり、新規にISO/IEC 24791シリーズやISO/IEC 15961シリーズなどが採用されることはない。

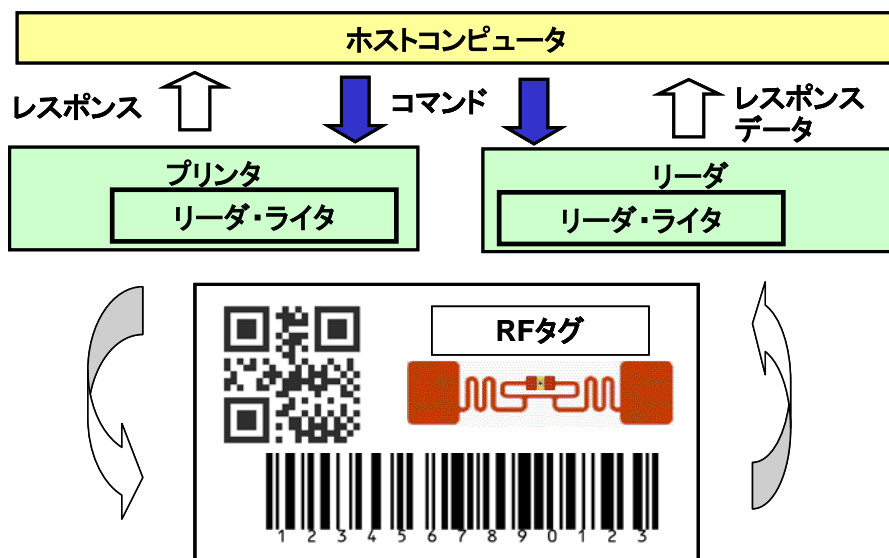


図6 リライタブルハイブリッドメディアのシステム例1

図7は1次元/2次元シンボルの仕組みとRFIDの仕組みが一体ではなく分離している例である。図7はRHMに限らず、1次元/2次元シンボルおよびRFIDを併用する場合にも同様のシステムになる。1次元/2次元シンボルのプリンタとリーダーが既に運用されているところにRFIDを新規に導入する場合に直面する問題でもある。この場合、プリンタやリーダー・ライターへのアプリケーションコマンド/レスポンスは異なっても図7の例は問題になるケースは少ない。

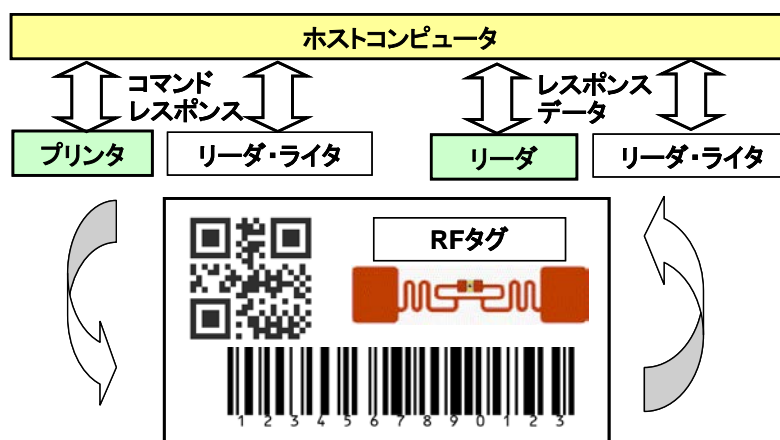


図7 リライタブルハイブリッドメディアのシステム例2

しかし、1次元/次元シンボルのリーダーからのデータとRFタグのリーダー・ライターからのデータ構造が異なると問題になるケースが多い。表4のデータを1次元/2次元シンボルおよびRFタグに各々、格納した場合、1次元/2次元シンボルのリーダーからのデータ構造とRFタグのリーダー・ライターからのデータ構造が同じであることが重要である。ISO/IEC 24791シリーズやISO/IEC 15961シリーズなどに従うと、この問題を解決できないかもしれない。もちろん、ホストコンピュータとRFタグのリーダー・ライターとの間に新しいミドルウェアを挿入できれば、解決できる。しかし、このようなミドルウェアの標準化は進んでいない。RFIDを広く使用するためには、現在、広く使用されている1次元シンボルや2次元シンボルのシステムとの整合性を重要視した新たなミドルウェアの標準化が重要になるとと思われる。



表3 データキャリアへの格納データ構造

25S	IAC	CIN	SN
-----	-----	-----	----

## 8. 提言

1次元/2次元シンボルとRFIDとのシステムとの整合性は：

- (a) 同じデータを1次元シンボル、2次元シンボルおよびRFタグに格納した場合、1次元シンボルや2次元シンボルのリーダーからのデータとRFタグのリーダー・ライターからのデータを同じにする。
- (b) RFタグのリーダー・ライターからのデータをISO/IEC 15418やISO/IEC 15434に合わせる。
- (c) RFIDからのデータであることを識別する方法を見出す。1次元シンボルや2次元シンボルがISO/IEC 15424に規定されているため、ISO/IEC 15424をRFIDにも適用する。
- (d) AFIなどのRFID固有の識別子をRFタグのリーダー・ライターからのデータに含めない。

これらの項目を実現するミドルウェアを標準化することによりホストコンピュータへの負担が最小になり、RFIDの普及が促進すると考えられる。