

# サプライチェーンにおけるデータキャリアの選択

柴田 彰 (デンソーウェーブ)

**概要** 本論文は、標準化されたデータキャリアを基礎に、情報システムとデータキャリアの関係についてサプライチェーンをモデルに考察したものである。情報システムの中でもデータベースの構造とネットワークシステムに着目し、それらの要件とデータキャリアの関係を考察し、サプライチェーンに適したデータキャリアの条件を明確にする。さらに、適用するサプライチェーンの情報システムに適したデータキャリアの選択の指針を与える。

## 1. データキャリアの普及

データキャリアによる物品の自動認識技術は基本的に、物や人などに添付（携帯）されたデータキャリアの情報を自動的に読み取って、コンピュータのデータベースの情報と紐づけする技術である。代表的なデータキャリアとしては1次元シンボル、2次元シンボル、RFID、や識別カード（磁気カード、コンタクト付ICカード、コンタクトレスICカード）などがある。（図1～4）



図1 1次元シンボルの例



図2 2次元シンボルの例

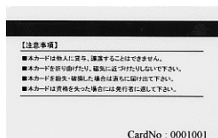


図3 識別カードの例

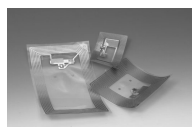


図4 RFIDの例

1次元シンボル、2次元シンボルやRFIDは物に添付され、その物の識別情報が格納されている。代表的な使用例としては、コンビニエンスストアなどで商品に添付された1次元シンボルの情報を読み取り、レジスタ内の価格情報と紐づけして表示し、精算するものである。識別カードは主に人が携帯し、身分証やクレジットカードとして利用されている。サプライチェーンにおいては物を扱う人の識別も重要であるが、ここでは物の識別を重点に考察する。

データキャリアを歴史的にみると、1次元シンボル、2次元シンボルやRFIDなどに共通して言えることは、1980年代が第一のターニングポイントである。

コンピュータの歴史の中で自動認識分野にもっとも大きな影響を与えたのは1981年のパーソナルコンピュータの登場である。コンピュータの進化・普及により、情報のデジタル化が起こり、その情報がデータベース化された。このデータベースと実空間の情報を紐付けする手段が自動認識技術である。

第二のターニングポイントは1995年頃である。1995年はインターネットによる通信ネットワークの広がりにより、新たなデータキャリアの利用が始まった年である。

第三のターニングポイントは2005年頃である。2003年に携帯電話にQRコード及びそのリーダが搭載され、2005年にICカードが搭載された。携帯電話は業務用を除外すれば、個人所有であり、従来にないB to Cのビジネスモデルを確立し、新しい自動認識市場を開拓した。

サプライチェーンに於ける物の識別では、データキャリアに格納できる情報量とその読み取り距離が重要な要素である。近年、RFIDをサプライチェーンに使用する試みが盛んに行われているが、爆発的な普及には至っていない。本論文ではこの原因を明確にしサプライチェーンに於けるデータキャリアの選択についての指針を与える。

## 2. データキャリアの標準化

自動認識技術の普及のためには標準化が不可欠である。標準化された技術は複数のベンダからソフトやハードが提供され利用者に選択肢を与えるというメリットがある。

このため、オープン用途はもろんのことクローズな用途でも標準化された技術を採用する市場傾向がある。

1次元シンボルは1970年代前半から標準化が行われたため、すでに1980年代には企業の枠を越えたオープン用途に使われ始めた。1次元シンボルの進化は表現できる文字種の増加である。初期のシンボルは数字しか表現できなかったが、英文字が追加さ

PC, インターネット,  
携帯電話の普及が  
市場を拓いてきた

れ、さらに ISO/IEC 646 で規定される全ての文字種が表現できるようになった。

2次元シンボルは1978年に使用された「かんばん」コード(図5)が世界最初であるが、このコードは標準化されることは無かった。



図5 かんばんコードの例

その他の2次元シンボルは1980年代前半から標準化が行なわれ、ISO/IEC 10646 (Unicode) に対応した全ての文字種を表現できる。また、全ての2次元シンボルはMITで開発されたリード・ソロモン誤り訂正機能を搭載している。1次元シンボルと2次元シンボルは流通業界、自動車業界や電子・電気業界でアプリケーション標準が作成され、それらのアプリケーション標準で使用されるシンボルの標準は自動認識業界で行なわれた。1次元シンボルと2次元シンボルは長い間、自動認識業界の業界標準で運用されてきたが、1996年に設立されたISO/IEC JTC1 SC31で国際標準化された。

磁気カードについての標準化も1970年代後半から行われた。また、クレジットカードの標準化も平行して行われたため、磁気カードは早くから銀行系のカードに広く利用された。1983年からはコンタクト付ICカードの、1989年からはコンタクトレスICカードの標準化が開始された。カードの場合は基本的に銀行用途として開発されたため、他の用途への応用は最近のことである。

RFIDは使用され始めてから30年以上になるが、しばらく標準化はされなかった。RFIDの標準化はISO/IEC JTC1 SC31で1998年に始まり、2006年にはほぼ完成した。以後、RFIDを利用したアプリケーションの標準化に重点が移った。

自動認識技術の導入を促進するためには、標準化は必要条件ではあるが、十分条件ではない。自動認識技術の標準化とそれに伴った情報化の進展と、先進的オープン用途での採用などで導入の閾値を下げることにより、急速に市場拡大した歴史がある。すなわち、最初はデータキャリアもリーダも非常に高い価格であるが、徐々に市場(クローズな用途)に浸透し、ある時期にオープン用途に採用され、それから飛躍的に市場が拡大するという

歴史である。

### 3. 自動認識技術の展開

自動認識技術(特に1次元シンボル)は、従来からサプライチェーンマネジメントにおける生産管理・在庫管理・流通管理などに用いられてきた。最近になって新しい分野・用途に利用範囲が拡大している。ここでは、それらの違いを考察する。

#### 3.1 最近の市場ニーズ

最近の市場のニーズとしては、第一に、残留農薬の明示、賞味期限の改ざん防止、原産地表示の改ざん防止、BSEや鳥インフルエンザなどの食品の「安全・安心」に関する要求が上げられる。さらに、薬品の間違い、医療材料の不正廃棄など医薬品や医療材料の「安全・安心」に関する要求が上げられる。これらの物の「安全・安心」に関する問題の解決に向けて部分的に自動認識技術が導入され効果を上げ始めているが、まだ不十分である。

第二に登下校時などにおける子供の保護、顧客情報の流出防止、個人情報の改ざん防止など人の「安全・安心」に関わる問題の解決が上げられる。

第三に環境問題の解決がある。リサイクル・リユース・リデュースの3Rの推進や環境有害物資の管理の強化などが、緊急に解決すべき課題である。

以上述べた、物や人の「安全・安心」の確保、環境対策の3つは互いに独立しているのではなく、相関性があることに留意すべきである。市場に商品を提供する企業にとっては物や人の「安全・安心」の確保、環境対策の3項目はどれも重要なものであり、これらを総合的に判断する必要がある。また、これらは、主に効率化(省人化)に用いられてきた自動認識技術に新しい用途を与え

**効率化から、安全・安心、  
環境問題対策へと広がり  
トレーサビリティが重要に**

るものである。物の「安全・安心」を確保したり、人の「安全・安心」を確保するためには、物に添付されたり、人が携帯したりするデータキャリアの情報が必要なところで読

取らせ、そのデータを記録管理する必要がある。また、3Rの中でもリユースを推進することが重要と思われるが、リユースのためには、対象製品の構成とその構成部品の識別が重要になる。現在、化学薬品や有毒ガスなどが一般道路などを輸送されているが、事故が起きた場合に迅速な対応ができない状況にある。これらの問題解決はトレーサビリティを向上させることである。それは、プロセス途中でのエビデンスを残すことである。

### 3.2 データキャリアを使用したトレーサビリティ

市場ニーズはトレーサビリティの向上であることを述べたが、ここではトレーサビリティの意味を明らかにしてみたい。データキャリアを使用したトレーサビリティは何か問題が発生した時に必要となる。業務が予定通り行われているときには、トレーサビリティは必要がない。問題も無いのにいちいち追跡する必要はないからである（もちろん一部の業務では追跡管理が必須のものもある）。言い換えれば、トレーサビリティは保険のようなものである。従って、「保険に金を払うくらいなら、問題（事故）を起こさないように業務の見直し、改善に投資する。」ということになる。しかし、トレーサビリティシステムを構築することにより、効率化（低コスト）が実現できるという話なら、事態は急展開する。企業活動にとって優先順位の高い項目であるからである。

以上述べたことを回転鮭チェーンの例をあげて具体的に説明する。近年、回転鮭が一般的になってきたが当初の回転鮭は鮮度管理を人手により行なってきた。しかし、ネタの種類に応じて廃棄すべきタイミングが異なっていることと、管理者がもったいないと言う理由で廃棄を遅らせたということが頻発し、これにより食中毒が発生した。この問題への解決策は2つある。1つは小型の冷蔵ケースを開発し鮮度を長時間保つようにすることである。もう1つはネタの皿にデータキャリア（RFタグ・2次元シンボル）を添付し期限切れのものは自動廃棄することである。回転鮭チェーンが後者を採用したのは、データキャリアを利用することで精算業務が飛躍的に効率化できるからである。

トレーサビリティシステム構築の目的が「効率化」の実現であれば情報システムや自動認識技術の導入の閾値が最も低くなる。すなわち対投資効果が見出せれば導入されることになる。しかし、データキャリアの価格が高い場合は初期投資が大きくなるので導入の閾値が高くなる。

現在では、自動認識技術を利用して、「効率化」を実現するのに最も適している応用例はサプライチェーンの効率化と思われる。サプライチェーンの効率化を実現するに当たり注意すべきことがある。それは、データキャリアの費用負担者とその効率化を享受する者と異なる場合が多いということである。従って、企業グループ内のサプライチェーンであれば、調整が比較的容易であるが、サードパーティロジスティクス（3PL）などを利用

したサプライチェーンでは、データキャリアの導入が困難になる場合がある。

### 3.3 データキャリアとデータベース

ここでは、トレーサビリティを実現するのに必要不可欠な技術である自動認識技術とデータベースとの関係について考察する。自動認識技術導入の目的として、ミスのない発注業務、受け入れ検品作業の効率化、ミスのない部品組み付け、スムーズな段取りがえ、自動仕分け、ピッキングの効率化、配送ミスの防止、配送確認、作業者や入門者の認証（セキュリティの向上）などが考えられる。これらに用いられる自動認識技術とは、対象に添付（付加）された情報を自動的に（機械的）に読取って、すでに存在するデータベースと紐付けする技術と言える。重要なことは、すでに紐付け（比較）するデータベースが存在する必要があるという事である。従って、1次元シンボルを導入している企業はデータベースを保有しているため、データキャリアを1次元シンボルからRFIDに切替えるのは比較的容易と思われる。

サプライチェーン（生産活動）の発端は簡単に言えば、受発注である。注文があるから生産活動が行われるのである。どういう商品を、誰が、何時、何処の、誰に、いくつ、納入するかを示しているのが、受発注情報である。受発注情報からサプライチェーンが始まるのである。電子商取引はこの受発注情報がデータベース化される。従って、自動認識技術はこの受発注情報のデータベースとの紐付けを考えるのが自然である。

情報技術の進展により、企業規模により、データ量により、ビジネススタイルによりデータベースの形態も様々である。データベースの形態は大きく3つに分けることができる。それは、集中システム、分散システム、複合（集中+分散）システムの3つである。このデータベース

の形態により最適なデータキャリアが異なることに注意すべきである。集中システムでは対象のIDだけあればよいから、データ量が少ない1次元シンボルや小容量RFIDが適している。分散システムはネットワークで接続されていないデータベースを紐づけする必要があるためその情報量が比較的多くなる。分散システムには2次元シンボル、高容量RFタグやICカードが適している。

また、データキャリアの宿命として、読取りができなかった場合を想定しなければならない。読取りができなかった場合、処理できないことになれば、自動認識システムは導入されない。1次元シンボルは10進数併記、2

**データキャリアは  
データベースとの  
紐付けが肝要**

次元シンボルは誤り訂正機能があるが、RFIDはICチップが故障した場合を想定して、リカバリー手段を持たせることが重要である。分散システムでもリカバリー手段として集中システムを併用することができる。ここでは、これを複合システムと呼ぶ。

自動車や電子・電気産業では電子商取引が使用されているが、関係する全ての企業が電子商取引を行っているわけではない。従って、電子商取引（オンライン）を行っている企業でも伝票による受発注業務が必要になる。この場合、伝票に2次元シンボルなどを添付することにより、電子商取引情報との連動を図っている。一般にこれをペーパーEDIと呼んでいる。この例のように、全てのデータベースがオンラインで接続されることはほとんどない。実際のシステムはオフラインを念頭においた複合システムにならざるをえない。

また、日本の現場では物に添付された情報で全てを判断している場合が多い。いちいちネットワークを介して情報を入手しているような非効率な現場はほとんどない。従って、基本的にデータキャリアのデータはIDのみでは不十分である。さらに、目視情報も作業効率からみると非常に重要である。国際サプライチェーンは英数字で対応せざるを得ないが、国際から国内へのシームレスなサプライチェーンを実現するためには各国の言語による目視情報と各国の言語に対応できるデータキャリアが重要である。データベースに応じて、対応する最適なデータキャリアは異なるが、サプライチェーンではいろいろなデータベースを紐付けする必要があるためどうしても複数のデータキャリアを使用する必要があることに留意すべきである。

既に述べたようにデータベースの多様性に対応するためには複数のデータキャリアの利用が不可欠な条件となる。

また、データキャリア切替え時やピラミッド型産業構造に対応するためにも複数のデータキャリアの使用が必須の条件になる。

全く新規にシステム導入する場合は、費用対効果の検証でデータキャリアの導入が決定される。既に1次元シンボルを使用している場合で、RFIDに切替える場合を考察する。一般論として、RFタグは離れて読めるので本来の生産活動を変更することなく読取りができる。1次元シンボルのように「読取り」という追加の作業は不要である。従って、1次元シンボルの読取り作業をなくすることができるので、その分、効率化が実現できる。この場合、システム規模が小さければ1次元シンボルをなく

すことは可能であるが、RFタグのチップが故障した場合のリカバリー手段などを考えると1次元シンボルはなくせない。

システム規模が大きい企業グループ内や協力企業までも含む場合は、全てのデータキャリアを同時に切替えることは不可能である。システム移行期には1次元シンボルを併用する必要がある。例えば、自動車産業でのジャストインタイムのツールである「かんばん」は四世代目になるが、30年前に作成された第一世代の「かんばん」が現在でも使用されている例がある。情報システムの常識であるが、既に何らかのシステムが存在する場合、新システムはアップワードコンパチを保障するのが普通である。データキャリアシステムでも同じことである。

1次元シンボルリーダはレーザやシングルラインCCD技術を用いてほとんどコストアップなしに多種類自動判別読み取り（マルチリーディング）が可能になっている。2次元シンボルリーダは主にデジタルカメラなどに用いられているエリアCCDセンサを用いて1次元シンボルや2次元シンボルのマルチリーディングが可能になっている。しかし、RFIDは5つの周波数帯でプロトコルやメモリ構造を含めると11種類が国際標準化されており、これらのマルチリーディングは現在の技術では不可能である。この点がRFIDの普及を妨げている可能性がある。

#### 4. サプライチェーン規格の階層

ISO/IEC JTC1 SC31の審議対象は基本的にサプライチェーンに関する「物」の管理用データキャリアである。従って、ここでは、対象をサプライチェーンに関する

「物」に限定する。サプライチェーンの関連規格は筆者の考えでは4つの階層に分けることができる（表1）。各階層は下から「データキャリア規格」、「物品の識別番号規格」、

「データキャリアへのデータ格納方法規格」と「アプリケーション規格」である。階層0から階層2まではJTC1 SC31が、階層3はISO TC122がそれぞれ規格開発を担当している。ここでは各階層の規格の相関関係を考察し、サプライチェーンに用いるデータキャリアの種類を推奨する。

表1 サプライチェーン規格の階層

階層3	アプリケーション規格
階層2	データキャリアへのデータ格納方法規格
階層1	物品の識別番号規格
階層0	データキャリア規格

**複数の手段を  
組み合わせたトータルな  
システム設計が必要**

## 4.1 データキャリア規格

データキャリアの規格は1次元シンボルでは5種類、2次元シンボルでは7種類、RFIDでは前に述べたように5つの周波数帯でプロトコルやメモリ構造を含めると11種類が規格化されている(表2)。

表2 データキャリアの種類

1次元シンボル	インターリーブド2オブ5, EAN/UCCコード39, コード128, GS1 データバー
2次元シンボル	QRコード, データマトリクス, マキシコード, PDF417, マイクロPDF417, アズテックコード GS1 コンポジット
RFID	135KHz未満, 13.56MHz, 433MHz, 860~960MHz, 2.45GHz

1次元/2次元シンボル規格は文字コードとバー/スペースやピットパターンの変換方法を規定しているのに対して、RFIDの規格はNFC(コンタクトレスICカード)のように本来の無線通信のエアインタフェースのみを規定しているだけでなくメモリ構造なども規定している。1次元/2次元シンボル規格は「知的財産権は保有するが、権利行使をしない」(パブリックドメイン)規格であるが、RFIDは「知的財産権の権利行使をする」(ライセンス)規格である。データキャリアの情報は基本的に、データキャリアが添付された商品(部品)の識別情報で、データキャリアそのものの識別情報ではない。

## 4.2 物品の識別番号規格

### 4.2.1 識別番号の一般的な意義と構成

世界各国に生産拠点を持つ国際企業が世界最適調達を行なう場合、調達品に番号のダブリがあるとコンピュータで処理ができない。このように、国際的な(オープン)用途では企業、商品(部品)や資産などの番号体系がユニークになっていなければならない。ここで言うユニークとは「世界中で唯一」と言う意味である。世界にはいろいろな番号体系があり、これらが同じアプリケーションで使用される場合は番号のダブリが生じないよう工夫する必要がある。番号体系をユニークにする基本的な方法は経済産業省の「商品トレーサビリティの向上に関する研究会」の成果を日本から国際提案したものである。基本的な考え方は「業実性」、「国際性」と「既存の番号体

**識別番号の一意性が  
効率向上に必須だが  
流通業以外では不十分**

系が使える」の3つを柱としている。商品コードを例にとると、「発番機関コード+発番機関が管理する企業コード+商品識別子(詳細は後述)+企業が管理する商品番号+企業が管理するシリアル番号」(+はコード化されない)である。簡単に言うと、現在、企業が使用している番号体系に発番機関コード、発番機関が管理する企業コードと商品識別子を付加すればよい。

### 4.2.2 現状の識別番号付与の実態

日本の流通業を除くほとんどの企業は前に述べたユニークな番号体系を使用していない。このことが商品のサプライチェーンにおけるトレーサビリティを実現するための最も大きな障害になっていると思われる。半導体を例に説明する。半導体企業A社が自動車部品企業B社に製品を納入する。この場合、A社の部品番号がユニークになっていないためB社は同じ半導体にB社の番号を新たに設定し、B社内でのユニーク性を確保する。同様にB社が自動車企業C社に該当する部品を納入する場合、同様のことが起こる。従って、A社の半導体はB社とC社の番号をも持つことになる。A社のデータベース、B社のデータベースやC社のデータベースはそれぞれアクセス制限があるのでC社の部品番号とA社の部品番号が同じであることを証明できない。このように、限られた範囲でのユニーク性を担保するデータベースの乱立がサプライチェーンにおけるトレーサビリティを困難にしている。

国際的にユニークな番号体系の発番機関の登録管理はNEN(オランダの標準化国家機関—日本のJISCに相当)が行っており、登録管理方法も規格化されている。古くから、流通業界は国コードから始まる全てが数字で表

される商品コード体系(日本ではJANコード)を使用している(世界100カ国以上で利用)ので、これと区別するため、流通以外の業界での発番機関コードは英文字(最大3桁)になって

いる。ユニークな番号は発番機関コード2桁、企業コード10桁、商品識別子3桁、品番10桁そしてシリアル番号10桁と仮定すると35桁程度は最低限必要になる。

一般に、流通業界の識別子はアプリケーション識別子、流通以外の業界での識別子はデータ識別子と呼ばれる。識別子はデータの属性を現している。物のサプライチェーンでは、物に関連した所有者、発荷主、受け荷主、配送者、製造年月日、保証期限、賞味期限なども規定する必要がある。これは物の取引に関わる全ての情報を意味

する。この識別子は世界で広く使用されている EDI の識別子と同じものである。

### 4.3 データキャリアへのデータ格納方法

1 次元シンボルはシンボルの種類に関係なく、前項で述べた識別子を用いて、「識別子+データ、識別子+データ、・・・」（+はコード化されない）の構造でデータが格納（印字）される。業界によっては「識別子+データ」と次の「識別子+データ」との間にセパレータとして「+」を用いている。

2 次元シンボルはシンボルの種類に関係なく 2 種類の格納（印字）方法がある。1 つは 1 次元シンボルと同様な格納方法である。もう 1 つは発注書に見られるような、複数種類の「識別子+データ」を組み合わせた EDI メッセージをそのまま格納する方法である。

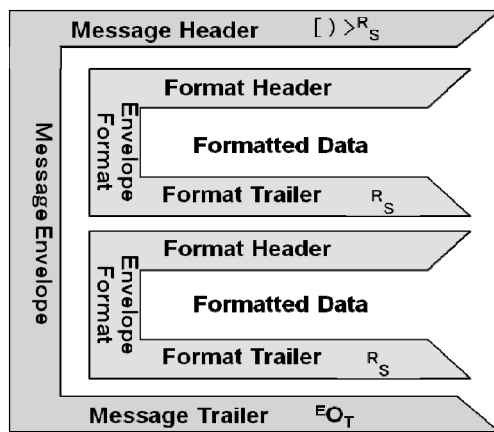


図 6 2次元シンボルへのデータ格納方法

その構造は「メッセージヘッダー+フォーマットヘッダー+データ+フォーマットトレーラ+フォーマットヘッダー+データ+フォーマットトレーラ・・・メッセージトレーラ」（+はコード化されない）の構造になっている（図 6）。

RFID は RF タグのメモリ構造が異なっており共通的なデータ格納方法はない。このことが RFID の普及を妨げている 1 つの要因かもしれない。また、RF タグはメモリ容量が少ないものが多く、十分なデータを格納することが出来ない。メモリ容量は 64 ビット、96 ビット、128 ビットや 256 ビットなどのものが多い。流通業界では数字しか使用しないので、1 数字 4 ビットで格納すると、メモリ容量が 128 ビットの場合 32 数字格納できる。流通業以外では英数字を使用するので、1 英数字 7 ビットで格納するとメモリ容量が 128 ビットの場合 18 英数字格納

できる。ところが、物品の識別番号は国際規格では最大英数字 50 桁と規定されている。逆に、英数字 50 桁を格納するためには、1 英数字 7 ビットとするとメモリ容量が 350 ビット以上必要になる。1 次元シンボルや 2 次元シンボルは基本的に可変長であり、原理的には格納桁数に制限はない。これに対し RFID のメモリは固定長であるため、用途に応じて RF タグを使い分ける必要がある。

データキャリアのデータとデータベースとの紐付けを行なう方法はリアルタイム処理で行なう場合とバッチ処理で行なう場合がある。バッチ処理で行なう場合、究極の格納方法は EDI データをそのままデータキャリアに格納する方法である。この場合は 500 桁から 3000 桁ぐらい格納できる（容量が大きい）データキャリアが必要になる。最近開発された 64K バイト RF タグはこの用途に用いるものである。

### 4.4 アプリケーション規格

市場の要求として「安全・安心」のためのトレーサビリティの確立が重要であると述べたが、トレーサビリティにはもう一つの重要な要素が内包されている。それは物品の密輸やテロ対策に関連する要素があるということである。何処の、誰が作った、どういう物が明確にわかり、ISO28000 シリーズに示されているようなサプライチェーンのセキュリティが確保されていれば「密輸やテロ対策」にとって有効な手段となる。税関では、麻薬や核物質の検査は半ば自動化されているが、輸出入される全ての物品を検査するのは不可能である。そのため、税関では検査が必要な物とそうでない物を素早的確に識別することが要求される。例えば、米国へ輸出される全

ての物品はコンテナ等に積載する 24 時間前に米国の税関に事前通告をする必要がある。事前通告を受けた米国税関は積載可否の通告と検査の要否を決定している。どういう物で、誰が作

り、誰が通関を行なうかという情報が正確かつ安全で、現物に添付された情報と一致していると判断できることが重要になる。

サプライチェーンの効率化のゴールはジャストインタイムを実現することである。それは、地球上のどこに荷物があってもそのありかが即座に判ること、サプライチェーンの全域を可視化することと同義である。

1 次元/2 次元シンボルを使用したサプライチェーン規格は ISO TC122 で規格開発を行っている。RFID を使用したサプライチェーン規格は ISO TC122 と ISO TC104 の

**RFID へのデータ格納には  
共通的方式がなく  
普及を妨げている**

ジョイントワーキンググループ (JWG) で規格開発を行なってきた。サプライチェーンにはいろいろな物があるいろいろな形態で輸送 (移動) される。これらを識別できるような形でデータ構造を考える必要がある。

ISO の規格に基づくと、サプライチェーンは 6 つの階層に分類することができる。最上位階層 (階層 5) は船、飛行機やトラックなどの輸送手段とその積載物である。階層 4 はコンテナとその積載物である。階層 3 はリターンブル輸送容器付き輸送単位である。階層 2 は輸送単位である。階層 1 は個装で、階層 0 は個品である。

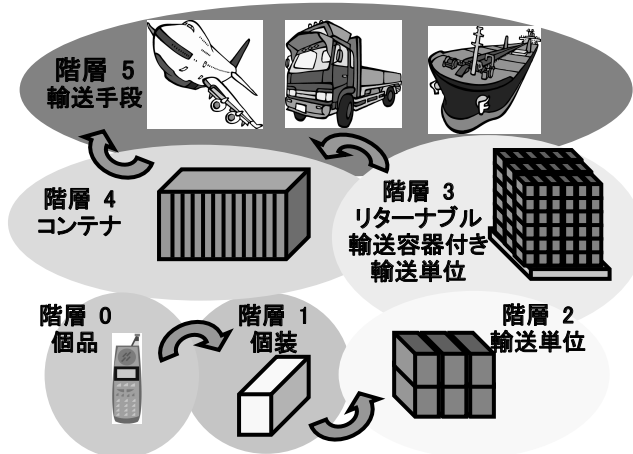


図 7 サプライチェーンの階層

生産業者は階層 0 及び階層 1 のデータを扱う。トラックなどの輸送業者は輸送単位を示す階層 2 及び階層 3 のデータを扱う。輸出業務を行なうフォワーダは階層 2, 階層 3 及び階層 4 のデータを扱う。航空会社や船社は階層 4 及び階層 5 のデータを扱う。

このようにサプライチェーンに関係する企業は全てのデータを扱うわけではなく必要なデータのみを扱うため、サプライチェーンに必要なデータを階層構造にする必要がある (図 7)。

サプライチェーンのコード体系の考え方は次のようである。全ての物、全ての輸送単位、全ての輸送容器、全ての輸送手段に世界で唯一 (ユニーク) のコードを付与する。全ての発注者、受注者、配送先に世界で唯一のコードを付与する。全ての発注者、受注者、配送先の位置を示す世界で唯一のコードを付与する。輸送の経由地や税関を識別する世界で唯一のコードを付与する。こうすることにより、全地球的にコンピュータ管理が可能になりサプライチェーンの効率化が実現可能になる。

現在では主に 1 次元シンボルがサプライチェーンの階層ごとに使用されている。そのため海外からの荷物につ

いている 1 次元シンボルの数だけ階層 (企業) を通過している。これは 1 次元シンボルの数だけ異なるデータベースが存在し、番号の付け替えが行なわれたことを示している。この異なるデータベースは当然、アクセス制限があり、番号の付け替えが行なわれるため追跡が困難になる。

サプライチェーンのトレーサビリティを確保する方法は 2 つある。その 1 つは乱立するデータベースを 1 つに統合する方法である。この方法は無数のデータベースが存在する先進国では実現困難である。もう 1 つの方法はデータキャリアを使用して、分断されたデータベースを紐付けする方法である。この方法に最適なデータキャリアはデータを追記できる RF タグである。サプライチェーンの全ての階層に RF タグをつける場合、階層ごとに RF タグへの要求性能が異なる場合がある。個品に付けられた RF タグでは交信距離はあまり要求されないが、輸送容器に付けられた RF タグでは長い交信距離が必要である。複数の階層で同じ RF タグを使用した場合、どの階層のデータかを即座に判断するメカニズムが必要である。複数の階層で異なった RF タグを使用する場合、上位階層では内容もチェックする機会が多いので、複数のリーダ/ライタが必要になりコスト負担が大きくなる。

RF タグの必要なメモリ容量は通過するデータベースの数に比例して大きくなる。例えば、1 つのデータベースで 50 桁必要とすると、4 つのデータベースを通過する場合は 200 桁必要となり、7 ビットで 1 桁を表す方法では RF タグのメモリは 1400 ビット必要になる。RF タグ

の価格はメモリ容量に比例する傾向があり、RF タグのコストを下げるためには 1 種類の RF タグを共通使用して使用数量を増やす必要がある。また、RF タグのメモリ容量不足

**サプライチェーンでは  
階層ごとのコードがあり  
その判別・連携が難しい**

を補うためにデータコンパクションを行なう方法があるが、データコンパクションは一般的ではないので読取りソフトが専用化され、リーダ・ライタのコストアップとなる。データ格納構造を、データ識別子を省略して「データ+データ+データ+・・・」(ノンディレクトリ方式) とすることによりデータ量を削減することができるが、やはりコストアップ要因となる。サプライチェーンを統一的に管理する場合に極力 1 種類の RF タグを使用したい。しかし、RF タグのデータ容量を確定できないため、現存する RF タグをどのように使用するかが議論の中心になるが結局、容量が少ないと言う結論になる。かといって、容量の大きな RF タグを新規に製造する場合は

目標価格を達成できるだけの数量を保証できないという結果になってしまう。1次元/2次元シンボルのシステムでは、前に述べたように「識別子+データ, 識別子+データ, ...」(+はコード化されない)がホストシステムからプリンタに転送される。プリンタは受信データを該当するシンボルに変換して印字する。リーダはその変換された印字データを読み取り「識別子+データ, 識別子+データ, ...」のデータを復元してホストシステムに送信する。ところがRFIDでは、リーダ・ライタに「識別子+データ, 識別子+データ, ...」というデータが送られるとリーダ・ライタはRFタグに「データ, データ, ...」というデータを書き込む。これを読み取ったリーダ・ライタからは「データ, データ, ...」というデータがホストシステムに送られるようになっていく。このようにホストシステムからみれば、1次元/2次元シンボルとRFIDに同じデータを書き込んでも結果が異なってしまう状態になっている\*。

RFタグはサプライチェーンの効率化、トレーサビリティの実現にとって不可欠なデータキャリアである。しかし、RFタグをサプライチェーンで使用するためには越えなければならない課題がある。その課題は複数のエアインタフェース混在処理、複数のデータ構造の混在処理、1次元/2次元シンボルデータとのデータの整合性確保などである。複数のエアインタフェースやデータ構造の混在処理についてはサプライチェーン

で使用するRFタグの種類を制限することで解決できる。

サプライチェーンは企業規模、情報化や効率化の度合い、サプライチェーンの形態の違いなど非常に複雑である。従って、1つのデータキャリアでサプライチェーン全体をカバーすることは困難である。サプライチェーンで複数のデータキャリアが使用される場合はホストシステムとのデータの受け渡し方法が同じである必要がある。また、ホストシステムのデータベースのデータ構造とデータキャリアに格納されたデータ構造とが一致していることが望ましい。また、そのデータ構造はサプライチェーンのデータベース構築の手段である電子商取引のデータ構造との一致が望ましい。

## 5. 残された課題と今後の展望

サプライチェーンの効率化のゴールは「地球上のどこ

に荷物があってもそのありかが即座に判ること」と述べたが、残された課題は2つある。その1つは位置情報の構造とその使用方法である。全地球的に使用できる位置情報は緯度・経度・高さ(海拔、建物の階層)と思われるが、サプライチェーンにおける規定はない。必要精度と有効桁数やデータキャリアへのデータ格納方法の規定を作る必要がある。例えば、サプライチェーンの最も基本的な情報は「何を」、「どれだけ」、「何処から」、「何処へ」、「いつ」である。ここで、「何処から」、「何処へ」は発荷主、受荷主の名前(コード)と住所で表記するのが通例である。しかし、荷物の仕分け業務の効率化(自動仕分け)を考えると住所のコード化が必要になる。その目的で、日本では郵便番号、米国ではZIPコード等が利用されている。極端な話、住所コードは国ごとに異なっているとと言っても過言ではない。膨大な変換テーブルでは高速自動仕分けに対応できない。全地球的な住所(位置)コードが必要と思われる。

残された課題のもう1つは、サプライチェーンの階層に当てはまらないものの処理方法の規定である。5.4項で述べた階層構造はあくまでも基本的なものであり、この階層にあてはまらないものも存在する。このようなものの処理方法を提示する必要がある。例えば、コンテナ、パレット、通い箱などのリターナブルな輸送容器はサプライチェーンの階層で考慮されているが、階層1の容器は考慮されていない。階層1は個品を示して

**今後の発展には  
コード体系の整備と  
国際標準化推進が不可欠**

いるが、ペットボトル入りのお茶や瓶入りのビールなどもこの階層に属している。これらの中身が消費された後の容器の識別方法(番号)が明確になっていない。日本では、ビール瓶はリユースされているがペットボトルはリユースされずリサイクルされている。ところがドイツではペットボトルはリユースされ、しかもそのリユースの回数が法律で規定されている。こうなると中身を消費した後の容器の識別方法がどうしても必要になる。

今後の社会はユビキタス社会を目指していると思われる。このユビキタスネット社会とデータキャリア(自動認識技術)について考察する。ユビキタス社会に不可欠な要素技術は情報通信技術であるが、その中でも、ネットワーク技術、情報セキュリティ技術、マルチメディア技術が重要と思われる。これらの要素技術を実現したものの1つに携帯電話がある。携帯電話にはQRコード(リーダ)、コンタクトレスICカード(リーダ)やRFID(リーダ)が搭載されているものがあり、バイオメトリクスによる認証機能の搭載も時間の問題と思われる。携帯電

\* この記述は極端に単純化した表現であり、現実はおもっと複雑であることを了解いただきたい。



話（通信機能）が今後のサプライチェーンで重要な位置を占めると思われる。また、実物系ネットワーク技術としては RFID（センサーネットワークを含む）が期待されている。この実物系ネットワークの接続（識別）対象として「人」、「動物（植物）」、「物品」、「情報」などが考えられる。

この場合、ネットワーク技術もちろん重要であるが、それ以上に、識別対象のコードをどのように与えるかが重要である。現在、既に多くのコード体系が存在して（使用されて）おり、これらを見直し、新しいコード体系を導入することは不可能に近い。例えば、人を識別するコードとして、パスポート、船員手帳、運転免許証、保険証、クレジットカード・・・などの番号が多数存在する。この場合、これらのコードに各々、新しい識別子を追加して利用する方法があるが、国際的に利用する場合、誰が、どのようにして新しい識別子を作るのが最大の関心事となる。この考え方は「既存のコードとは異なったコードになってしまう」と言う事実を認識し、利用法を十分検証する必要がある。

さらに、グローバル化した社会では日本だけ通用するコードを規定しても意味が無い。例えば、食品に日本固有のコードを付加しても、食品の70%以上は輸入であり、輸出国との整合性をとる必要がある。これからは最初から、地球規模で識別コードを考える必要があり、国際標準化は避けて通れないと思われる。識別対象である「人」、「動物（植物）」、「物品」、「情報」の識別コードの標準化の次は、それらの識別対象が存在する環境条件の自動認識である。環境条件としては、温度、湿度、日射量、雨量、流量等が考えられるが、注目される技術は RFID センサ技術である。なぜなら、いつでも、何処でも、誰でも利用できるネットワークを利用して人は何をしたいかを考えると、留守宅や車の室温、日射量や防犯用の窓センサーの状況を知りたいと思うのではないかと考える。従って、RFID センサはユビキタス社会を実現するためには不可欠な技術であると思われる。さらに、前に述べたように、識別対象の位置情報も重要な要素である。位置情報は識別コードと同様にコードの国際標準化が重要である。

認識対象の追跡技術が進めば進むほど、プライバシー、セキュリティ問題に配慮が必要なことは当然のことである。携帯電話に見られるように、1次元シンボル、2次元シンボル、RFID、IC カード、バイオメトリクスの融合技術が進歩しユビキタス社会を形成していくものと思われる。携帯電話と自動認識技術が融合したアプリケーションは飛行機や列車の搭乗券などで利用が先行している

が、このシステムは社会問題となっている社会保険料、税金や公共料金の徴収などに容易に応用することが可能である。例えば、公共料金の支払いを当該機関が直接受け取るのではなく、コンビニエンスストアなどの第三者機関が代行することにより、収受の記録が整備され、不正防止に効果がある。不正が防止される。この場合、現行の料金請求葉書の代わりに携帯電話に配信された2次元シンボルを利用すれば、通信費と紙の使用量を削減することができる。自動認識技術はプライバシー、セキュリティなどの問題をうまく解決すれば、情報技術の進歩とあいまってユビキタス社会実現に大きく貢献することができる。

## 参考文献

- 1) ISO/IEC 646 Information technology — ISO 7-bit coded character set for information interchange
- 2) ISO/IEC 10646 Information technology — Universal Multiple-Octet Coded Character Set (UCS)
- 3) JAMA・JAPIA-EDI 標準帳票ガイドライン
- 4) 情報処理学会/情報規格調査会 情報技術標準 「SC31 国内委員会活動報告」、「SC17 国内委員会活動報告」
- 5) (社)日本自動認識システム協会「これでわかった2次元シンボル」、「よくわかる RFID」 オーム社

柴田 彰（正会員）

E-mail: akira.shibata@denso-wave.co.jp

1947年生まれ。1971年日本電装（株）に入社。自動車のABS、電子燃料噴射装置、エアコン、オートドライブなどの制御装置の開発・設計業務に従事。

1980年より日本で最初のPOSシステムの開発プロジェクトに参加。以後 CCD センサーを用いたハンディリーダやハンディターミナルの開発・設計業務に従事。1995年より QR コードの国際標準化に従事。2001年（株）デンソーウェーブ設立と同時に出向し現在に至る。

投稿受付：2009年12月18日

採録決定：2010年2月8日

メンタ：近山 隆（東京大学）