RFID システム導入に失敗しないための知識

1.　はじめに

RFID は特に新しい技術ではなく、30 年以上前から使用されてきた技術である。UHF 帯(860～960MHz)は電波法上、日本では使用できなかったが、米国では使用されてきた。この 30 年間の RFID の状況は 1 次元シンボルが多く開発され市場で切磋琢磨された時期に似ている。RFID の転換期は 1999 年から ISO/IEC JTC1 SC31 で始まった国際標準化である。1999 年と 2000 年は標準化の方向が定まらず混乱したが、2001 年から軌道にのり、2004 年～2005 年にかけて多くの国際規格が成立した。国際標準化活動の過程で GS1 が新しい UHF 帯 RF タグの開発、標準化および共通的利用を推進した。RFID の流通業界標準化が決定されたことは、1 次元シンボルである UPC コードの流通業界標準化が決定された 1970 年代の状況に似ている。しかし 1 次元シンボルの場合に同時期に業界標準の策定を開始した自動車業界（AIAG)、電気・電子業界（EIA）は沈黙したままであった。

日本では、RFID の国際標準化に対応して、IT 戦略本部（経済産業省）が 2004 年 6 月に策定した e-Japan 戦略Ⅱから RFID 関連プロジェクトが開始された。プロジェクトは電波暗室での UHF 帯特性試験、ISO/IEC 18000-63 タグ（いわゆる UHF タグ、GS1 Gen2 タグ）の開発（響きプロジェクト)、各種業界での実証実験（国際物流実証実験を含む)、電波法の制定（ARIB 規格を含む）と改正など精力的な活動が行われ 2008 年度にはほぼ終了した。

IT 戦略本部の RFID 関連プロジェクトが 2004 年に開始されてから、はや 5 年が経過しようとしている。この間、市場への RFID の導入は進んではいるが、加速度的な導入には至っていない。この小冊子の目的は、この原因を明らかにし、いろいろな対策案を明示することにより RFID の利用を加速度的に増加させることにある。

自動認識技術のいろいろ

2.　RFID とは

RFID は Radio Frequency Identification の略で、「非接触で通信する」、「情報を電子回路に記憶する」、「携帯容易な大きさである」などの特徴を持っているものと定義できる。もう少し専門的に言うと、JIS X 0500-2002 では「誘導電磁界又は電波によって、非接触で半導体メモリのデータを読み出し、書込みのために近距離通信を行うものの総称」と定義されている。RFID は大きく RF タグとリーダ・ライタに分類することができる。

RFID の交信（通信）方式は大きく、電磁誘導方式と電波（マイクロ波）方式に分けることがで

きる。国際標準化されている5つの周波数帯の内、135KHz未満、13.56MHzは電磁誘導方式に、433MHz、860～960MHz、2.45GHzは電波方式に分類できる。

RFタグは電力供給方式により、パッシブ型、セミパッシブ型、アクティブ型に分類できる。パッシブ型は電池を内蔵しないタイプでセミパッシブ型、アクティブ型は電池を内蔵しているタイプである。セミパッシブ型は交信についてはパッシブ型と同様に行い、電池は内蔵されたセンサーなどの電源として用いるものである。RFタグは角形、円盤形、円筒形、カード形などいろいろな形状があり、その構造は大きく半導体チップとアンテナから構成される。読み書きの機能はリードオンリー型、ワンタイムライト型、リードライト型などがあり、これらはメモリの構造により決まる。

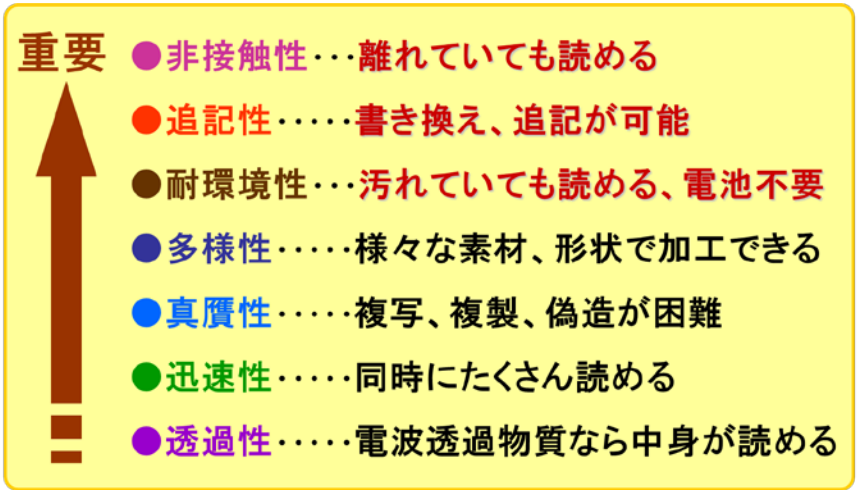
3. RFIDの特徴

RFIDの特徴は非接触性、追記性、耐環境性、多様性、真贋性、迅速性、透過性などがあげられる。非接触性とは離れて読めることであるが、これは1次元/2次元シンボルのように作業者の読み取り動作が不要であることを意味する。一般的に交信周波数と交信距離は比例関係にある。135KHz未満、13.56MHzタグの交信距離は最大で70cm、860～960MHz、2.45GHzは最大で10m程度である。交信範囲は逆に交信周波数に逆比例する。すなわち、交信周波数が高くなればなるほど交信範囲は狭くなり、アンテナの向いている方向しか読めなくなる。

追記性とはデータを書き加えることができることを意味している。この機能についてはまだあまり評価（使用）されていないがそれは、オープン用途での利用が進んでいないことに起因すると思われる。しかし、製造業では組み立て品を構成する部品の履歴管理が求められており、組み付けた部品の品番、シリアル番号、ロット番号、組み付け日時などを部品組み付け毎にRFタグに追記し、最後に、組み立て品全体の部品構成データベースを作成している。もちろんオンラインで直接データベースにアクセスする方法もあるが、RFタグを使用する場合の方が、設備投資金額が少なくて済む場合が多い。

真贋性とは偽造が困難であることを意味するが、半導体チップを特注すれば真贋性が高まる。しかし、特別なリーダ・ライタも必要になり導入コストが高くなる。一般市販の半導体チップを使用した場合はデータの暗号化技術とパスワード設定が決め手となる。

迅速性とはアンチコリジョン技術を使用して複数一括読み取りをすることである。この迅速性に期待する利用者が多いが注意が必要である。製品が入った個装箱にRFタグを取り付け、個装箱をパレットに100個積載し、これをフォークリフトで運搬中に読み取るという用途が期待される。しかし、100%読み取ったというデータ上の保証が得られないシステムでは失敗する。RFIDもデータキャリアの1種であるが、データキャリアを利用するためには、一般的に自動認識したデータキャリアのデータと比較（減算、一致）するデータベースが既に存在する必要がある。データベースから減算しない限り100%読み取り保証はできない。日本の市場では100%読み取り保証ができるシステムでない限り採用されることは少ない。



RFIDの特徴

4. RFIDの周波数とその特徴

RFIDは5つの周波数帯が国際標準化されている。もちろん、国際標準化されていない周波数帯であっても、日本の電波法に抵触しない（たとえば微弱）範囲で使用することができる。ここでは、国際標準化され日本でも使用できる周波数帯に限定して述べる。国際標準化されている規格番号はISO/IEC 18000-2(135KHz未満)、ISO/IEC 18000-3(13.56MHz)、ISO/IEC 18000-4(2.45GHz)、ISO/IEC 18000-6(UHF、860～960MHz)、ISO/IEC 18000-7(433MHz)である。ISO/IEC 18000-7はアクティブ型で日本ではコンテナ用途に限定されているため、ここでの議論から除外する。

RFIDを比較するために、タグサイズ、アンテナ設計の容易さ、他システムとの干渉、水・金属の影響、通信（交信）距離、タグ厚さの6つの指標を使用して比較する。しかし、あくまでも一般論であり、個々の製品の特徴ではないことを強調しておく。

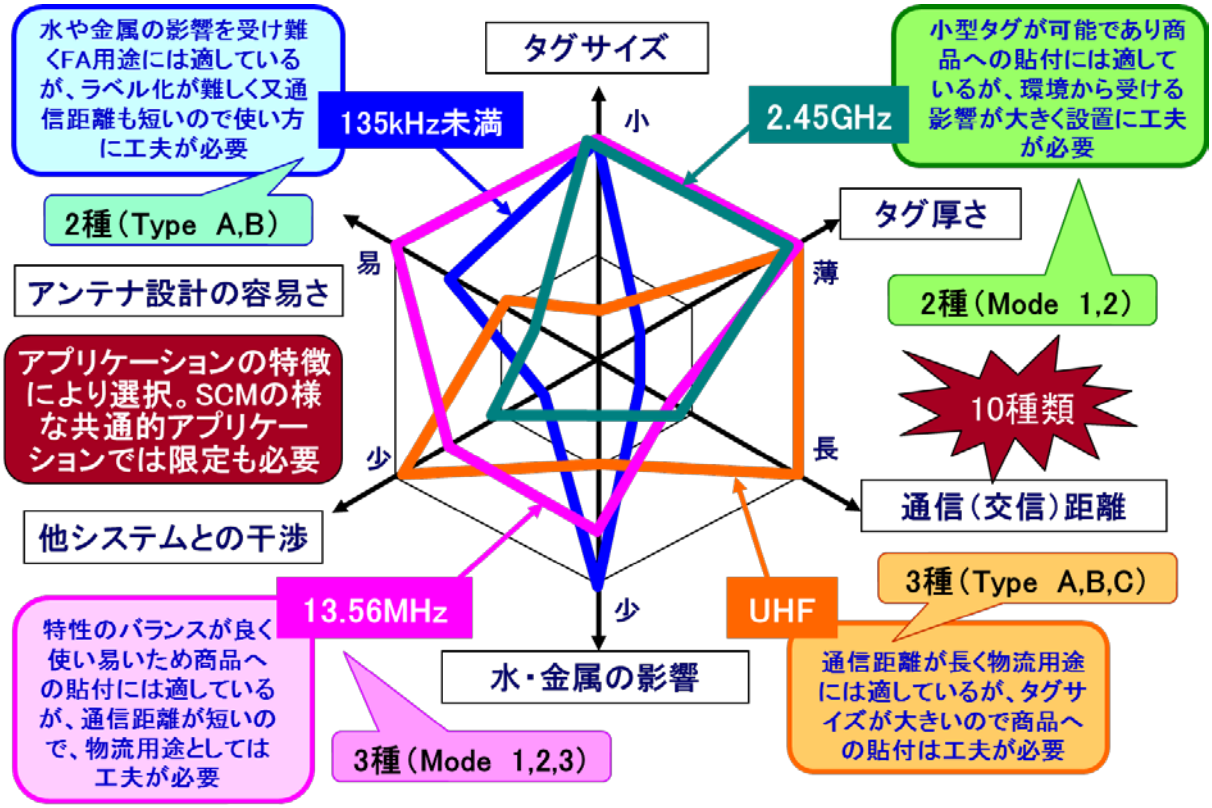
タグ厚さについてはほとんど同じであり有意差はない。タグサイズについてはUHF帯のタグのみが比較的大きくなる。逆に交信距離はUHFのみが優位である。アンテナ設計の容易さについては、利用者は直接関係しないが、アンテナ設計し易い周波数帯は製品のばらつきが少ないとも言える。他システムとの干渉については、交信周波数帯が低くなると、電気機器の電源の「入り切り」による電磁波の影響を強く受けるため、ノイズ対策が重要である。2.45GHz帯は無線LANと共用する場合は注意が必要である。UHF帯は携帯電話で使用している周波数のため、近くで携帯電話を使用しない限り安定した交信が得られる。水・金属の影響については次に詳しく述べる。

RFIDは交信に電磁波や電波を用いているため、金属の影響を受ける。例えば、密閉した金属の箱の中にRFタグを入れると、箱の外から交信できない。なぜなら、金属は電磁波や電波を通さないからである。また、RFタグの背面に金属が存在すると、交信できなかったり、交信距離が大きく低下したりする。

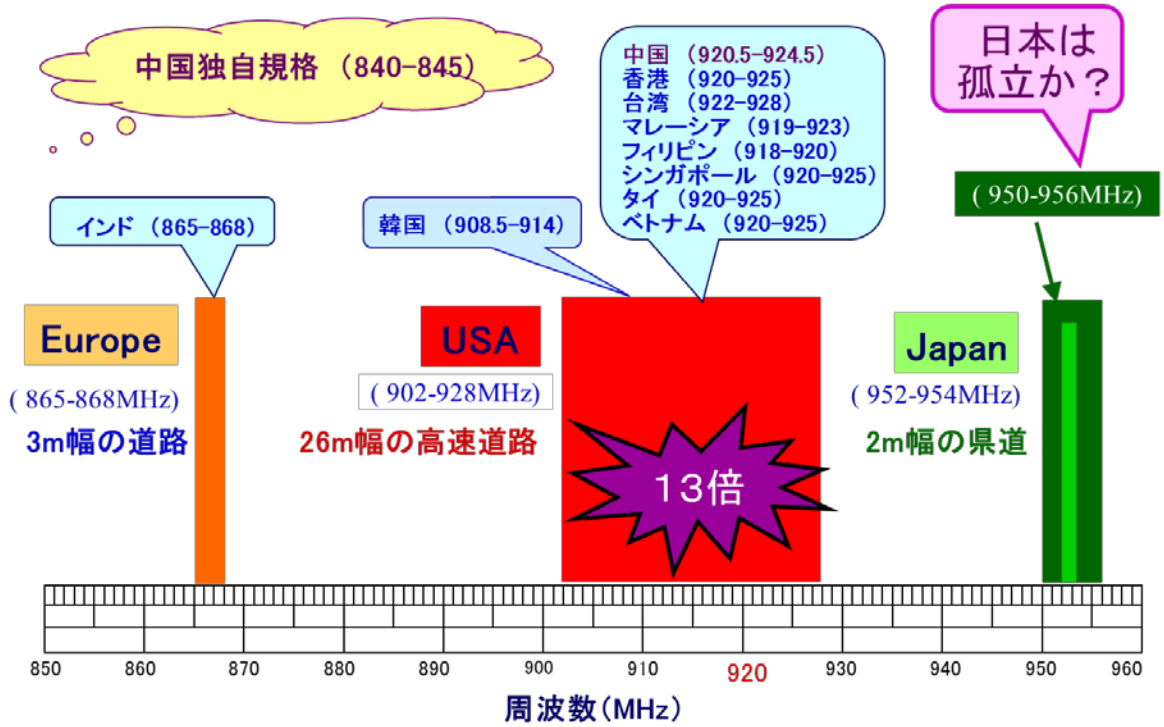
RFIDは水分等の影響も受ける。水分等は金属ほどではないが電磁波や電波を吸収する特性がある。水分等の影響については、交信周波数が低いほど影響が少ない。動植物（人間も）は水分を多く含んでおり、同様の影響を与える。このように金属や水分等の影響によりRFIDは交信距離が低下する。これ以外にも、860～960MHzや2.45GHzのように交信周波数が高いものは周囲の金属等で電波の吸収、反射が発生し交信距離が変化する。また、複数のRFIDを使用する場合はアンテナ間の干渉が発生し、正しく交信できない場合がある。この場合は交信周波数を離したり、アンテナ間の距離を広くしたりするとよい。

現在、RFIDは5つの周波数帯が国際標準化されているがさらに細かく見ると、433MHzを除いて10種類ものエアインターフェイスが国際標準化されている。オープンアプリケーション(例えば、物流）でこれらのすべてのエアインターフェイスを許容すると、リーダ・ライタの設備投資が膨大になる。なぜなら、RFIDは1次元/2次元シンボルのようなマルチシンボルリーディングが簡単に、コストアップなしにできないからである。現時点では、使用するエアインターフェイスを制限するのが良いと思われる。短距離交信にはISO/IEC 18000-3M3(13.56MHz)、長距離交信にはISO/IEC 18000-63タイプC(860～960MHz)を薦める。なぜなら、この2つは同じメモリ構造であるため上位システムとの接続が容易であるからである。サプライチェーンのRFID国際規格(ISO 17364～ISO 17367)でもこの2つのエアインターフェイスを推奨している。ISO/IEC 18000-63タイプC(860～960MHz)についてはもう少し議論が必要である。なぜなら、ISO/IEC 18000-63タイプCは860～960MHzという帯域幅を持っているからである。ISO/IEC 18000-63タイプCでは、規格上は860～960MHzの周波数範囲で交信できるようになっているが、アンテナの設計中心周波数から離れるに従って交信距離が低下する。日本と欧州は周波数範囲の両端にあるため、国際的なサプライチェーン用途では中心周波数を920MHz近辺に設定するのが良いと思われる。

（注）日本では電波法が改定されUHF帯の周波数が950MHz帯から920MHz帯に移行された。



RFID の周波数別特徴

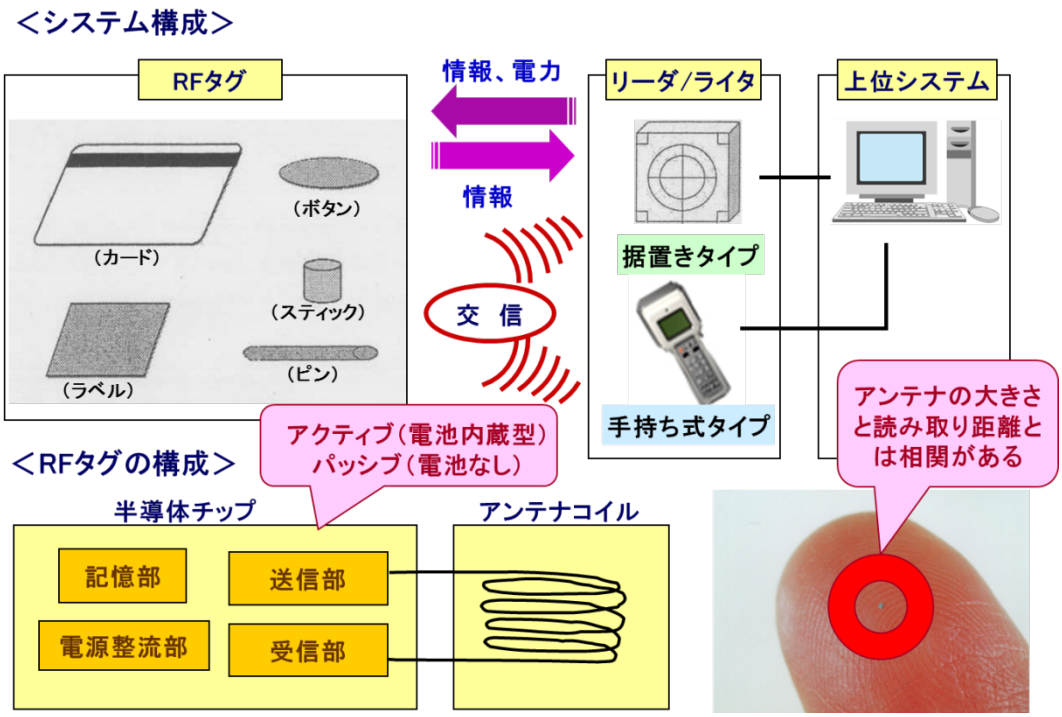


世界の UHF 帯周波数分布

（注）日本は当初 952-954MHz であったが 920MHz 帯にシフトした

5.　RFID システムの構成

RFID システムは、RF タグ、リーダ・ライタや上位システム（ホストコンピュータ）などから構成される。RF タグとリーダ・ライタとの交信は同一の周波数帯を使用する。ここでは特に断りがない限り、パッシブ型の RFID を対象とする。RF タグを大量に使用する場合は RF タグに電池が内蔵されていると、廃棄時、その処理にコストがかかるからである。リーダ・ライタは、RF タグへの電力伝送とデータ交信、および上位システムなどとの通信を行う。RF タグは移動体（物品や人間など）に取付けられたデータキャリアとして使用され、リーダ・ライタから RF タグ内のメモリへデータを書き込んだり、読み出したりする。その結果を上位システムに転送する。RF タグの交信距離はほとんど電力伝送距離で決まる。RF タグとリーダ・ライタとの交信方法は大きく 2 つに分けることができる。タグトークファースト(TTF :Tag talks first)とリーダトークファースト(RTF :Reader talks first)である。TTF は RF タグがリーダ・ライタより先にあるいは無関係にデータを送信する方式である。RTF は RF タグがリーダ・ライタからの送信指示があるまでデータを送信しない方式である。高速ラインなどでの仕分け作業には TTF 方式が優位である。しかし、国際標準化の段階で真剣な議論の結果、RTF を採用する決定がなされた。国際標準化されているエアインターフェイスは全て RTF である。



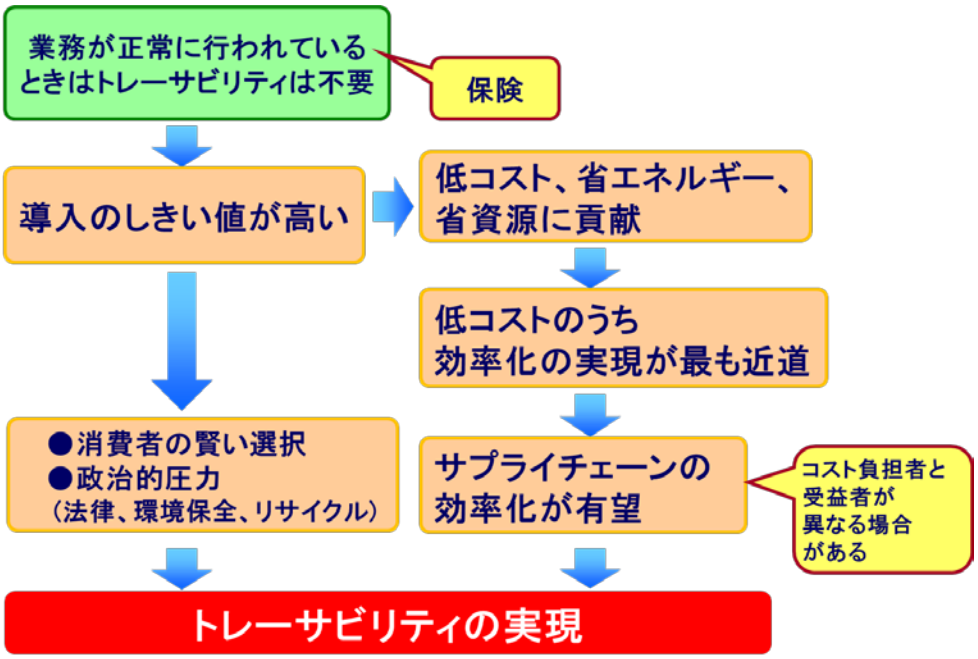
RFID のシステム構成

6.　市場ニーズとトレーサビリティの本質

RFID の導入のステップに進む前にアプリケーションの基本となる「市場ニーズとトレーサビリティの本質」、「自動認識技術の本質」について述べる。

市場のニーズとしては、第一に、残留農薬、賞味期限や原産地表示の改ざん、O-157、BSE や鳥インフルエンザなどの食の「安全・安心」に関する要求が上げられる。また、患者の認識間違い、投薬ミス、病院内感染、医療材料の不正廃棄やタミフルに代表される薬の副作用確認遅れなど医療の「安全・安心」に関する要求が上げられる。第二に、登下校時などにおける子供の保護、偽ブランド品などの偽造問題、顧客情報の流出、個人情報の改ざんなどセキュリティやプライバシー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。二酸化炭素削減に関連した省エネルギー、省資源、熱回収、3R の推進や環境有害物資の無害化などが、市場ニーズである。「安全・安心」の確保、セキュリティの向上、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。これらはプロセス途中でのエビデンスを如何に残すかということになり、トレー

サビリティをいかに向上させるかと言うことになる。
　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本質」を明らかにしてみたい。トレーサビリティは、本質的に、何か問題が発生した時にのみ必要となるものである。業務が予定通り行われているときには、トレーサビリティの必要はないと思われる。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。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。企業の経営者から見ると、「保険に金を払うくらいなら、問題を起こさないように通常業務の見直し、改善に金をかける」ということになる。従って、市場要求とはいえ、トレーサビリティのためだけに導入費用を負担する企業は少ないと思われる。しかし、トレーサビリティシステムの導入により、「低コスト」、「省エネルギー」や「省資源」が実現できるという話なら、事態は異なる。経営者にとって「低コスト」、「省エネルギー」や「省資源」は優先順位の高い項目であるからである。その中でも「低コスト」の実現（効率化）が最も優先度が高い。トレーサビリティシステム構築の目的が「効率化」の実現であれば導入のハードルが低くなる。その「効率化」を実現するのに適している分野は「サプライチェーン」である。オープン（企業間、業際）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（企業）とその効率化を享受する者（企業）が異なる場合が多いと言うことである。特に RFID の場合はその傾向が強い。



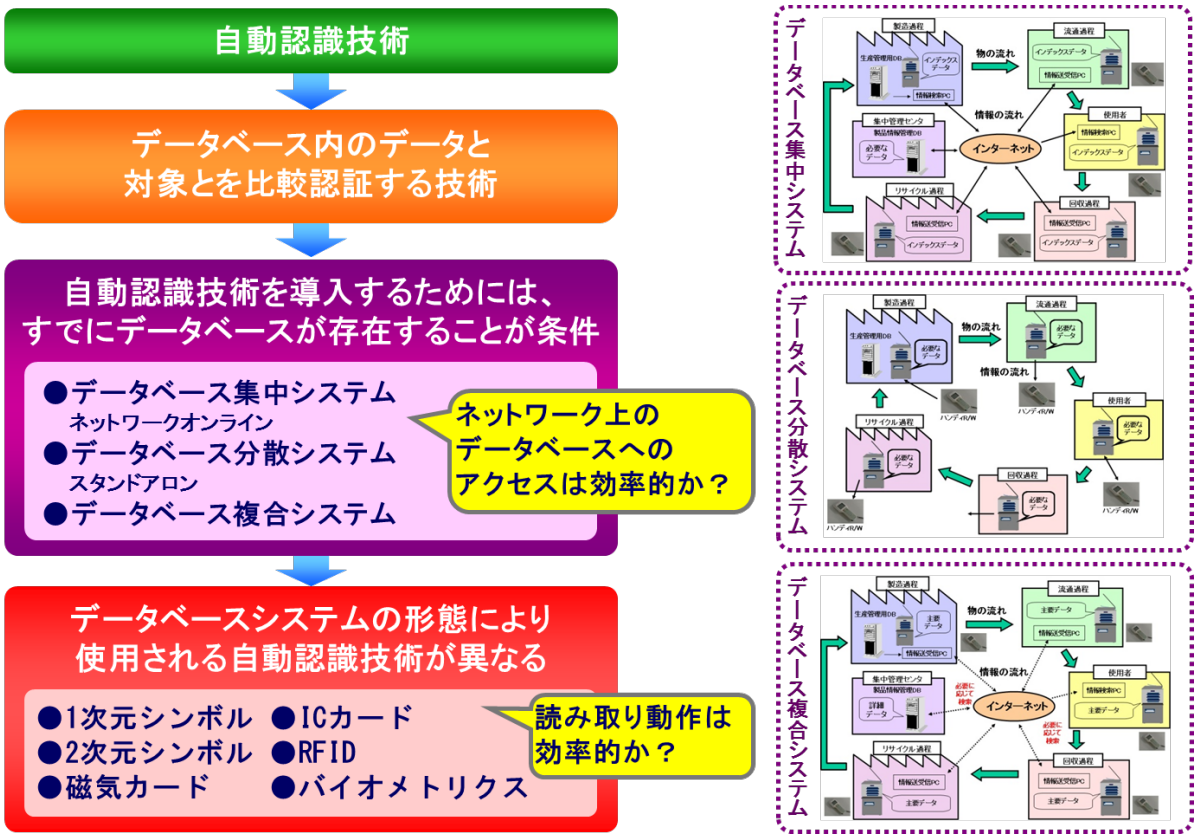
トレーサビリティの本質

7.　自動認識技術の本質

　ここでは、サプライチェーンの効率化を実現するのに必要不可欠な技術である自動認識技術の本質について考えてみたい。自動認識技術が使用される前提条件はその国や地域に於いて情報通信技術（ICT）が普及していることが前提である。自動認識技術は自動認識対象に添付された（持っている）データキャリアの情報とあらかじめデータベースに格納されたデータとを紐付けする技術である。言い換えれば、情報通信技術の進歩により、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る。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と言える。1 次元シンボルを導入している企業なら、データキャリアを 1 次元シンボルから RFID に切り替えるのは比較的容易である。なぜなら、すでにデータベースが存在しているからである。逆に、データベースの全くない企業が自動認識システムを導入するには、データベース構築費用が余分に必要になる。企業のデータベースの構築は電子商取引が発端となる場合が多い。なぜなら、生産活動の発端は端的に言えば、受注（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、受注情報である。受注情報からサプライチェーンが始まるのである。この受注情報をもとにデー

タベース化するのが一般的である。従って、自動認識技術はこの受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使用されるデータキャリアが異なることにも注意が必要である。集中システムでは対象の ID だけあればよいため、データ量が少ない 1 次元シンボルや RFID が適している。分散システムは必要となる情報量が比較的多くなるため、2 次元シンボル、高容量 RFID や IC カードが比較的適している。



自動認識技術の本質

8. データキャリアの本質

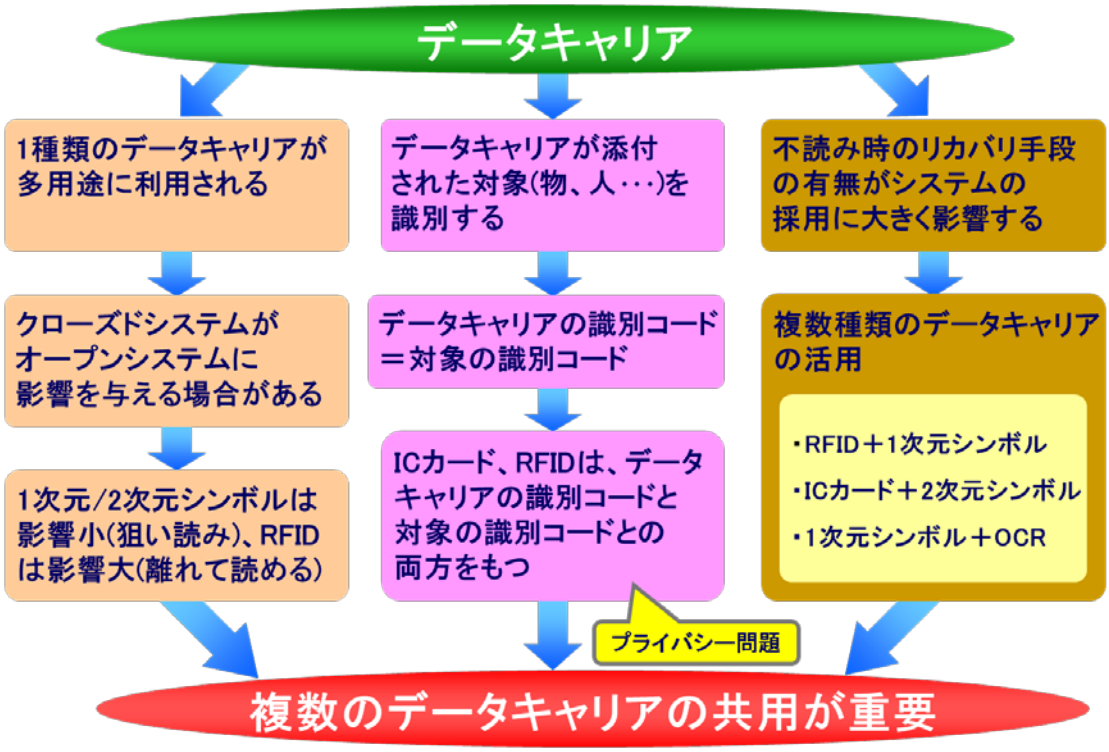
既に述べたようにデータベースシステムの多様性に対応するためには、複数種類のデータキャリアの利用が不可欠な条件となる。また、データキャリア切り替え時やピラミッド型産業構造に対応するためには複数種類のデータキャリアの使用が必須の条件になる。RFID を例にとって考察してみよう。全く新規にシステム導入する場合は、費用対効果の検証で導入が決定される。この場合は比較的システム規模が小さい（不読時のリカバリーが現物から可能）。

既に 1 次元シンボルを使用している場合はどうであろうか？　1 次元シンボルから RFID への切り替えである。一般論として、RFID は離れて読めるので本来の動作（生産活動）を変更することなく読み取りができる。1 次元シンボルのように「読み取り」という追加の作業は不要である。従って、1 次元シンボルの読み取り作業をなくすことができるので、その分、効率化が実現できる。この場合、本当に 1 次元シンボルはなくすことができるのであろうか？　システム規模が小さければ切り替えは可能であるが、IC チップが故障した場合のリカバリー手段として 1 次元シンボルは重要である。

システム規模が大きいグループ企業内や協力企業までも含む場合は、全てを同時に切り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。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証するのが当然である。当然、データキャリアシステムでも同じことである。

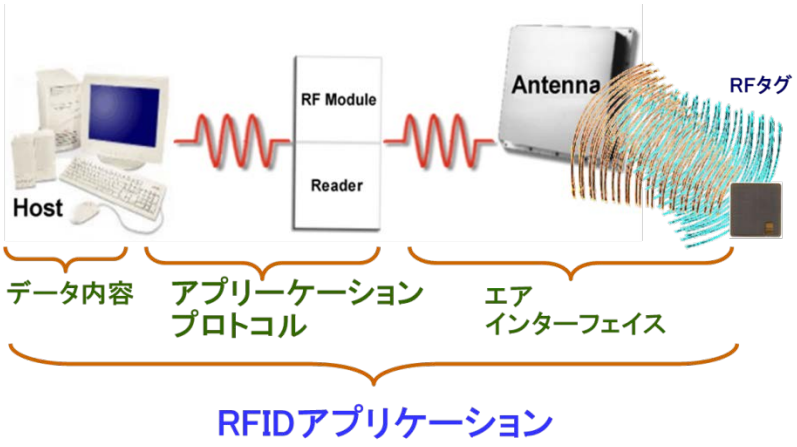
データキャリアの情報は普通、データキャリアが添付された商品（物）の識別情報である。今後この識別情報が位置情報、センサー情報、URL などに拡大されていくが、識別情報はプライバシーの問題と直結しており、慎重な対応が必要になる。



データキャリアの本質

9. RFID の使用モデル

RF タグシステムの最もシンプルなモデルは 1 種類のタグを使用し、タグのデータも 1 種類しか使用しない場合である。このモデルは、企業の製造工程などクローズな環境でよく使用される。



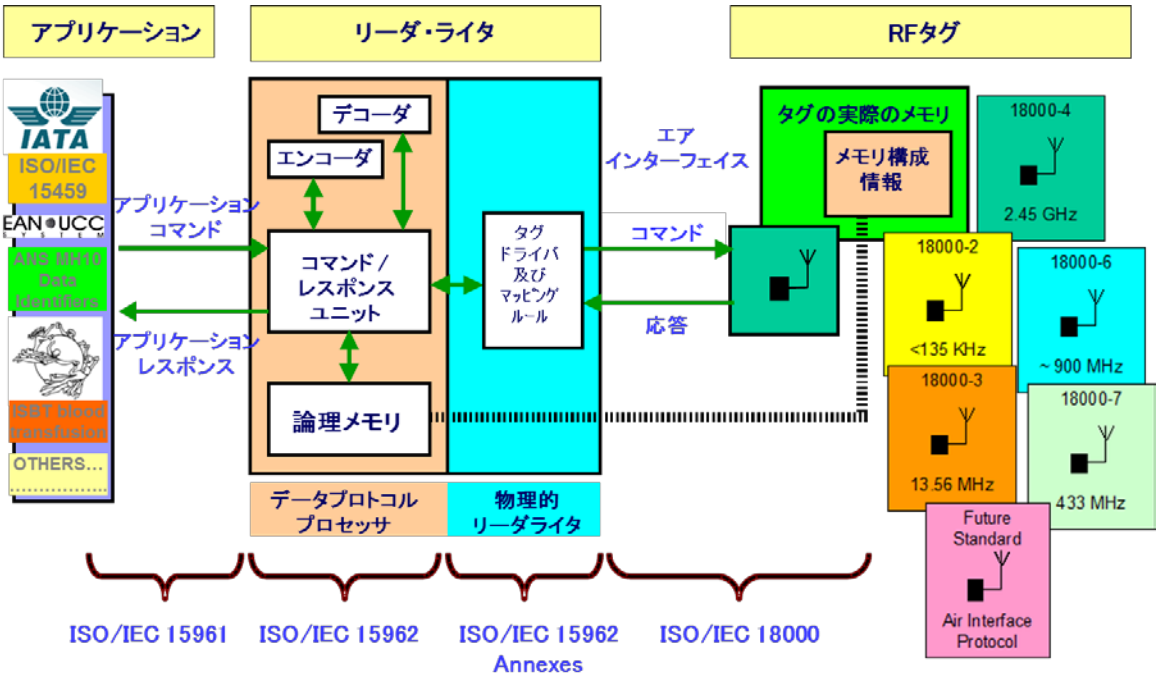
RFID の一番簡単なアプリケーションモデル

次に複雑なケースは 1 種類のタグを使用し、タグのデータを複数種類使用する場合である。クロ

ーズな物流用途などではこのような場合が多い。タグのデータは商品コード、荷物コードや輸送容器コードなどがある。したがって、複数種類のタグデータを識別するためにはデータの内容を識別する識別子が必要になる。これらのシステムはほとんどが専用システムとなり、システムコストが高くなる。

RFID が市場で十分普及した場合、RFID システムはどのようにあるべきか？　市場では複数種類のエアインターフェイスと複数種類の交信プロトコルが存在する。また、アプリケーションごとにデータ構造が異なり、それらが市場で混在する。クローズな用途で使用されたタグが剥離されることなく市場に混在する場合もある。これらの現実を踏まえ RFID のオープンシステムを構築する必要がある。RF タグの交信速度はメモリ容量や、構造によって異なることにも注目する必要がある。

市場での現実的モデルを示す。アプリケーションは工業会レベルで世界的に統一したとしても非常に多くのアプリケーションが存在する。アプリケーションの数だけメモリの論理構造が異なる。エアインターフェイスの種類は前に述べたように、135KHz 未満が 2 種類、13.56MHz が 3 種類、2.45GHz が 2 種類、860～960MHz が 3 種類の合計 10 種類ある。これらの規定（規格）は純粋にエアインターフェイスだけを規定しているのではなく、交信プロトコルやメモリ構造も規定している。これらの組み合わせは非常に多くなる。



RFID のオープンアプリケーションモデル

アプリケーションにおけるメモリ構造の違いについては、RF タグへのデータ格納方法を ISO 国際基準に基づいた「識別子＋データ」の構造（ディレクトリ方式）をとれば整合可能である。繰り返し述べるが、複数種類のエアインターフェイスについては、RFID は 1 次元/2 次元シンボルリーダのようにコストアップなしにマルチリーディングができない。したがって、サプライチェーンのようなオープン用途では使用する RF タグの種類を制限することが重要と思われる。

10.　RFID 導入のステップ I

（1）比較すべきデータベースの決定

まず、どんなアプリケーションに使用するのかを明確にする。この場合、既にデータベースが存在するかどうかが対投資効果上、キーポイントになる。電子商取引を導入している企業でもそのデータを十分活用していない場合があり、データベース構築に必要な費用も考慮する必要がある。製造業の工程内で RFID の追記機能を使用してデータベースを作成しそのデータベースを出荷

管理に利用することもできる。最初にどのようなデータベースなのかを見極めることが極めて重要である。

(2) 現行システムとの併用

全く新規に RFID を導入する場合は RFID 中心で考えればよいが、多くは既に 1 次元/2 次元シンボルを使用している企業が多い。その場合は既にデータベースが存在しているため、初期投資は少なくて済む。この場合、瞬時に 1 次元/2 次元シンボルから RFID に切り替えることは不可能である。また、1 次元/2 次元シンボルで十分な工程（部分）も存在する。従って、1 次元/2 次元シンボルと RFID の併用が自然である。その場合には次のことを考慮する必要がある。

・1 次元シンボル、2 次元シンボルのリーダから上位システムに送るデータ構造と、RFID リーダ・ライタから上位システムに送るデータ構造とが一致していないとデータベースを再構築するか、トランスレータが必要となる。データ構造を一致させるのは、RFID のリーダ・ライタ側で対応することも可能であるが、個別対応になりリーダ・ライタがコストアップする。また、導入する部署と基本システムを設計している部署が異なると導入のしきい値が高くなる。

・1 次元シンボル、2 次元シンボルと RFID との両読みリーダ・ライタを使用する場合は、データキャリア識別子の使用可否の確認と上位システムに送るデータ構造を一致させる必要がある。

RFID 導入のステップ I

(3) 周波数の決定

アプリケーションの要求を満たす RFID の周波数を決定しなければならないが、1 種類の RFID を使用する場合にはあまり問題にならない。しかし、クローズな用途で使用した製品の RF タグをそのまま、はがさずに製品を出荷すると、オープン用途で障害となる場合がある。クローズな用途であっても次の事項を検討するのが望ましい。

・RFID は 10 種類ほど国際標準化されており、エアインターフェイス、メモリ構造がそれぞれ異なっている。従って、どの RFID を使用すべきか的確に判断する必要がある。

・そのためにミドルウェアの国際標準化が進められているが、規格が難解であるため利用者が容易に理解できない。また、リーダ・ライタメーカが国際標準に対応できていないので、極力、個別対応とならないような工夫が必要である。

・製造工場では、自動認識機器はプログラマブルコントローラのインターフェイスになっている場合が多いが、国際標準化されていないインターフェイスが多く、極力、個別対応とならないような工夫が必要である。

・多種類の RFID に対応可能なミドルウェアは 1 種類の RFID しか使用しないユーザにとってはコ

ストアップとなる。
従って、現時点では極力使用する RFID の種類を制限することが有効である。短距離交信には ISO/IEC 18000-3M3(13.56MHz)、長距離交信には ISO/IEC 18000-63 タイプ C(860～960MHz)の使用を薦める。

11. RFID 導入のステップⅡ

(4) 使用する RFID の決定

使用する RFID の決定は交信範囲、メモリへの書込み方式、メモリ容量や使用環境条件などから決定する。使用する RFID の決定で最も重要な要素はメモリ容量である。特に、品番などの識別コードを格納するメモリ容量である。このメモリ容量を考えた場合には次の事項を検討する必要がある。

・市場に提供されている RFID は電子商取引との連動を考えた場合、十分なメモリ容量がない（国際規格では商品コードの例で、英数字 50 桁）。そのために、部分的にデータ圧縮方法が規格化されているが、識別コードのデータ圧縮方法はまだ規定されていない。現在、ISO/IEC 18000-3M3(13.56MHz)、ISO/IEC 18000-63 タイプ C(860～960MHz)に対応する国際規格のデータ圧縮方法は AFI によるものしかない。
・上位システムへの送信データを電子商取引のデータと同じ構造にする方法が規定されていない。

(4)使用するRFIDの決定（データキャリアの決定）

☆RFタグの傾きは？　円偏波、(直線偏波)　円偏波が有利
☆書き込み方式は？
　書き込み不可(ICメーカで書き込み)、1回書き込み、複数回書き込み
☆メモリー容量は　96ビット、128ビット、256ビット・・・etc
　(書き込みデータの大きさに十分なメモリー容量が必要)
☆使用環境条件は？　温度、湿度、衝撃、振動
☆添付形態は？　埋め込み、接着、スリット挿入・・・etc
☆電波法はクリアしているか？

(5)書き込みデータ構造の決定（データベースのデータ構造）

☆書き込みデータは？　管理番号、ICチップ番号、製造会社番号
☆ユニークIDを使用するのか？
　発番機関コード＋企業コード＋ 品番＋ シリアル番号
☆付属情報は必要か？
　製造年月、サービス番号、ロット番号、セット番号、納入先番号・・・etc
☆使用言語は？　数字、英数字、日本語、その他の言語

RFID 導入のステップⅡ

(5) 書込みデータ構造の決定

書き込みデータ構造はユニークな（世界で唯一）構造（番号のダブりがない）にする必要がある。安易にタグの固有 ID を代用することは勧められない。ユニークな ID をタグの固有 ID で代用すると、必ずトランスレータが必要となりコストが高くなる。半導体チップが破損した場合はタグの付け替えだけでなく、ユニーク ID も変更する必要がある。流通業界を代表する GS1 のアプリケーションではすべてのデータは数字で構成されている。従って、流通以外の分野で RFID を使用するためには、GS1 のアプリケーションと区別するため、英文字を必ず使用する必要がある。この場合には次の事項を検討する必要がある。

・流通分野の企業であれば、GS1 のコード体系を使用すればよいが、その場合、附番を受けるために費用が必要である。
・すでに GS1 のコード体系以外のコード体系を使用している企業では、企業の品番体系を変更するか、あるいはトランスレータを持つ必要があり、コストアップとなる。

・英文字を使用する方法は国際規格で規定されているが、英文字を使用する場合はRFIDのメモリ容量が余分に必要となる。

多くのRFタグは2進数でデータを格納することを考えて設計されている。従って、コンピュータで英数字を処理するような構造になっていない。1次元/2次元シンボルにデータをエンコードする場合 ISO/IEC 646（アスキー）のキャラクタセットを用いるのが普通である。従って、RFタグにも同様の方式でデータを格納するのが望ましい。ISO/IEC 18000-3M3(13.56MHz)や ISO/IEC 18000-63 タイプC(860～960MHz)は ISO/IEC 646（アスキー）のキャラクタセットでデータを格納することができる。

12. RFID導入のステップⅢ

(6) 表示記号＆言語・リカバリー手段

RFIDは半導体なので、故障する場合がある。また手荒い扱いにより破損することも考えられる。この場合には次の事項を検討する必要がある。

・個品管理のためのシリアル番号を含む識別コードをRFIDに格納した場合、RFIDが不読の場合の適切なリカバリー手段がない（リライタブルハイブリッドメディアは可能）。RFIDに書き込んだデータを英数字や1次元/2次元シンボルで併記する必要があるが、RFIDを繰り返し使用する場合は併記したデータを消去する必要がある。1次元シンボルは必ずシンボルの下部に英数字が記載されている。不読の場合はこの英数字をキーインすればよい。2次元シンボルは誤り訂正機能を持っており、全体の30%以上データが欠損してもリカバリーできるようになっている。

・RFIDにデータを追記した場合に、RFIDが不読の場合の適切なリカバリー手段がない。

製造工程やサプライチェーンでは目視情報が重要な役割を果たしており、RFタグではこの目視情報を1次元/2次元シンボルラベルと同様にする必要がある。

(7) その他、注意事項

RFIDの最も有効な使い方は、現在使用している1次元/2次元シンボルの読み取り工程を廃止する使用法である。1次元/2次元シンボルは使用すればするほど、読み取り工数がアップする。RFIDはこの工数を零にすることができる。

前に述べたように、複数一括読み取りは総量が把握できていないと必ず失敗する。RFタグの廃棄については、現在、法規制はないが、プラスチックベースや紙ベースのRFタグはそのまま廃棄することができる。今後の法規制の動向に注意する必要がある。

RFIDの医用機器（心臓のペースメーカや除細動器）に対する影響では、RFIDの電磁波が人命にかかわる場合があり、十分配慮する必要がある。リーダ・ライタへの表示は標準化されており、RFタグへの表示も標準化が進められている。これらの規格やガイドラインは順守する必要がある。

(6)表示記号＆言語・リカバリー手段の決定

☆IC チップ故障時のリカバリ手段は？
　可読文字、1次元シンボル、2次元シンボル
☆作業効率向上のための記号や言語の使用は？

(7)その他、注意事項

☆1次元/2次元シンボルの読み取りが負担になっていないか？
☆複数一括読み取りは事前に総個数がわからないと失敗する。
　（100パーセント読み取ったかどうか検証できない）
☆RFIDの廃棄問題は？
　電池、金属アンテナ、プラスチック
☆心臓ペースメーカ/徐細動器に対する配慮は？
　RFIDの使用表示、通知

RFID導入のステップⅢ

13.　ユニーク ID

国際的な（オープン）用途では企業、商品や資産などのコード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。番号のダブりがあるとコンピュータで処理できないことになるからである。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りが生じないよう工夫する必要がある。RFID に使用することができるユニークな ID は種々あるが代表的なものを挙げる。

- 流通業界で使用しているコード体系（一般に AI と呼ぶ、ISO/IEC 15418 で規定）
- 産業界で使用しているコード体系（一般に DI と呼ぶ、ISO/IEC 15418 で規定）
- 流通業界で使用している EPC コード体系
- RF タグの固有 ID（ISO/IEC 15963 で規定）

一般的にコード体系はデータの属性を表す識別子とデータで構成する。データが何を表しているのかを示すものが識別子である。言い換えれば、識別子はデータが製品コード、荷物コードや通い箱コード等のどれを表したデータなのかを識別するものである。この AI や DI は電子商取引に用いられている識別子で、識別子に対応してデータ構造がそれぞれ決まっている。AI は全て数字で構成されているため、DI は AI と区別するため、必ず英文字を用いる。1 次元シンボルや 2 次元シンボルへの格納データはこの識別子を使用し、

識別子・データ、識別子・データ、識別子・データ・・・・・

の構造でデータが格納される。この方式をディレクトリ方式と呼ぶ。

GS1（EPC）のコード体系は RF タグ用に考案されたもので、AI を基本とし、96 ビットでデータを格納できるようにデータ圧縮を行ったものである。詳細は GS1 仕様書を参照されたい。リーダ・ライタから上位システムへの転送データ構造が明確に規定されていないため 1 次元シンボルや 2 次元シンボルとの整合性を考慮する必要がある。

ユニークなデータにタグの固有 ID を使用するのは極力避けたほうが良い。前に述べたように、タグの固有 ID を用いると上位システムとの結合に必ずトランスレータが必要になる。アプリケーションシステムの責任者は自らのシステムがプライバシーの侵害を起した場合、タグの固有 ID を使用していると問題が複雑化することを理解すべきである。タグの固有 ID を用いて商品などのトラッキングが可能であり、タグの固有 ID とそれを持っている個人とが紐づけされるとプライバシーの侵害問題を引き起こす可能性があることを理解すべきである。

ISO/IEC 15418 (JIS X 0531)

データ識別子とはデータ(内容)を分類するためのID

アプリケーション識別子
GS1 で規定
GS1 Specifications

識別子	内容
00	Serial Shipping Container Code (SSCC)
01	Global Trade Item Number (GTIN)
11	Production Date
21	Serial Number
241	Customer Part Number
30	Variable Count

データ識別子
ASC MH10.8.2で規定
Data Application Identifier Standard

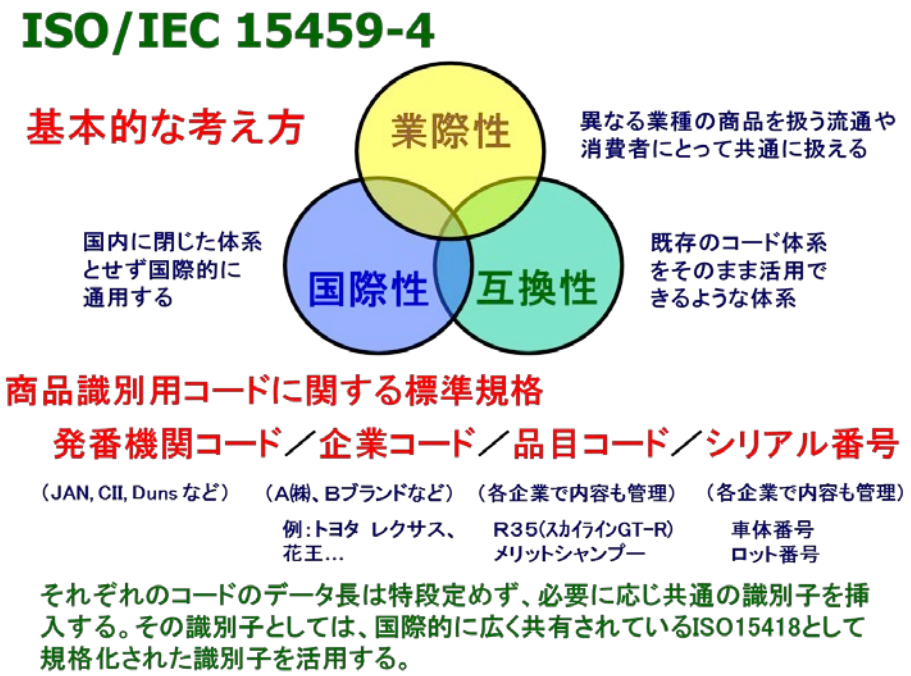
識別子	内容
B	Container Type
D	Date Code
I	Vehicle Identification Number (VIN)
J	Unique License Plate
L	Storage Location
P	Item Identification Code
Q	Quantity, Number of Pieces
S、T	Traceability (Serial) Number
V	Supplier Code

ユニーク ID　識別子

コード体系をユニークにする提案は経済産業省の「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。コード体系をユニークにする基本的な考え方は「業際性」、「国際性」、「既存のコード体系が使える」の 3 つを柱としている。特に、現在、使用しているコード体系がそのまま使用できることが重要である。使用している品番点数が少ない場合は、変更する労力は少ないが、例えば、1000 万点の品番を使用している企業では品番体系を変更することは不可能である。

コード体系をユニークにする具体的方法は、「発番機関コード＋発番機関が管理する企業コード＋企業が定める品番（商品番号）＋企業が定めるシリアル番号」とすることである。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と発番機関が管理する企業コードを付加すればよいことになる。桁数は商品コードで、最長 50 桁となっている。50 桁を格納するためには、ISO/IEC 646 の方法を用いるとユニーク ID のメモリ容量は 350 ビット必要になる。

日本で使用される発番機関コードは（財）日本情報処理開発協会が開発し（社）電子情報技術産業協会が利用している CII の企業コード「LA」、帝国データバンクの企業コード「VTD」や東京商工リサーチ(Dun & Bradstreet)の企業コード「UN」などがある。



ユニーク ID　日本発国際提案

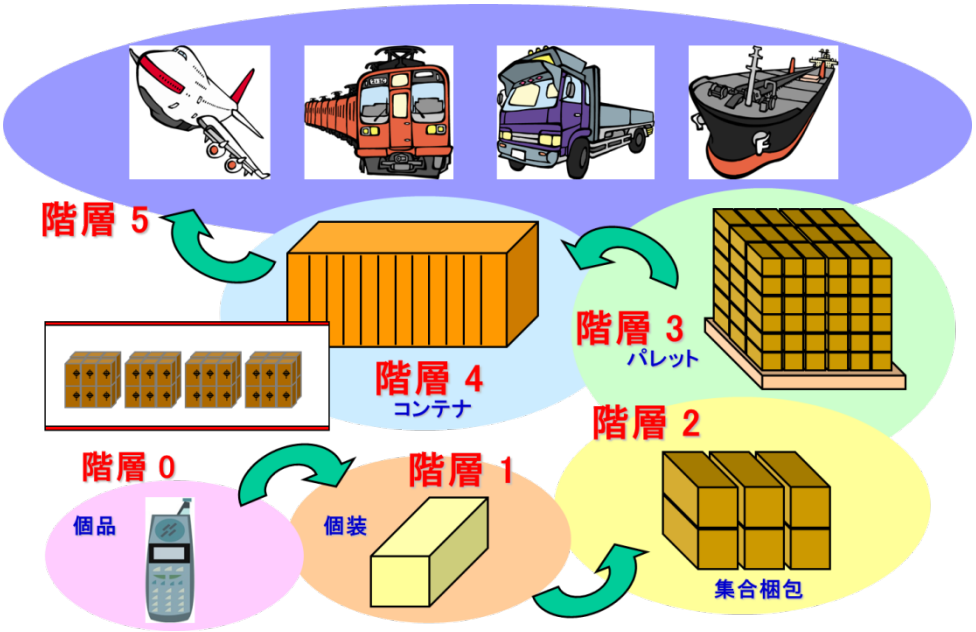
10.　サプライチェーン用 RFID

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、トレーサビリッティにはもう一つの重要な要素が内包されている。それは物品のテロ対策に関連する要素があると言うことである。何処の、誰が作った、どういう物かが明確にわかればテロ対策にとって有効な手段となる。サプライチェーン全域を可視化することは、サプライチェーンの効率化（ジャストインタイム）の強力なツールのみならず、テロ対策の決め手となる。

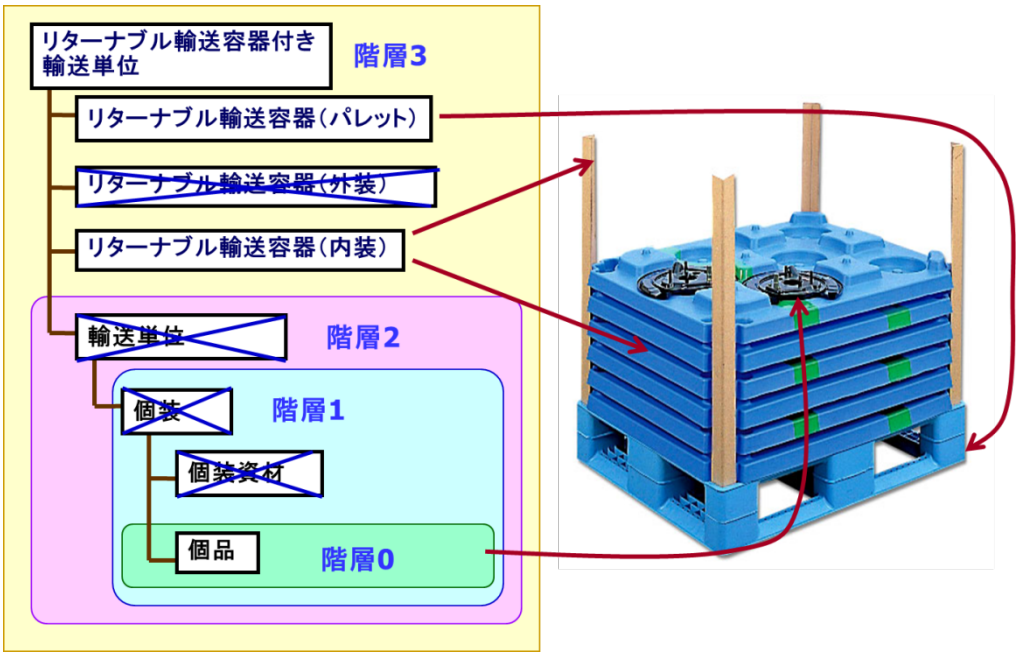
サプライチェーンにはいろいろな物がいろいろな形態で輸送（移動）される。これらを識別できるような形で管理しなければならない。サプライチェーンの基本的な要素を 6 つの階層に分類する。最上位階層（階層 5）は船や飛行機などの輸送手段である。階層 4 は大型集合容器であるコンテナである。以下、パレット（中型輸送容器）、ユニットロードといわれる集合梱包、個装製品、個品に分類する。これらの階層に包括的かつ分別的な識別コード体系を導入する必要がある。

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、全ての輸送手段にユニークなコードを付与する。全ての発注者、受注者、配送先にユニークなコードを付与する。全ての発注者、受注者、配送先の位置を示すユニークなコードを付与する。輸送の経由地や税関を識別するユニークなコードを付与する。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。

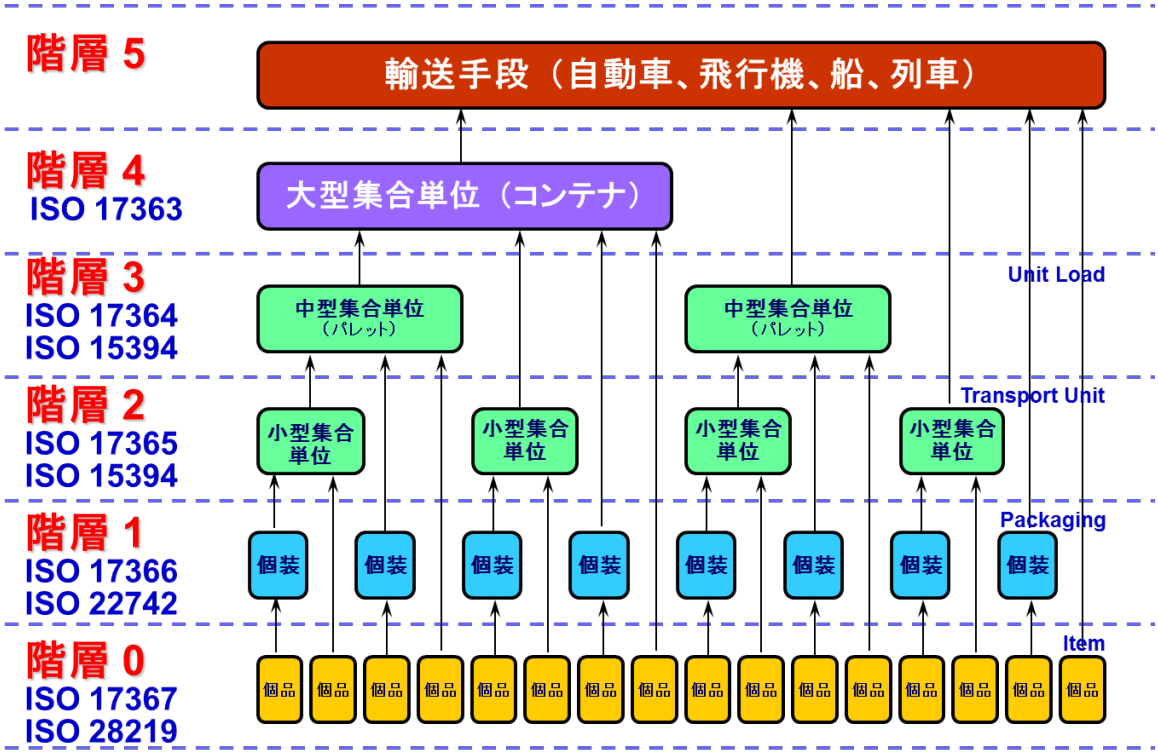


サプライチェーンの階層



サプライチェーンの階層例

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が中心となり、ISO TC122とISO TC104のジョイントワーキンググループ（JWG）で規格開発を行った（現在はISO TC122のみ）。サプライチェーン階層と規格番号を図に示す。図で一番左のケースは携帯電話、電気剃刀やハードディスクなど一般的小物製品が該当する。図で一番右のケースは自動車、大型建設機械やプレジャーボートなどが該当する。図で右から二番目のケースは航空機の大型部品、自動車のエンジンや農業機械などが該当する。これらが各階層で明確に層別管理できるコード体系を明示している。

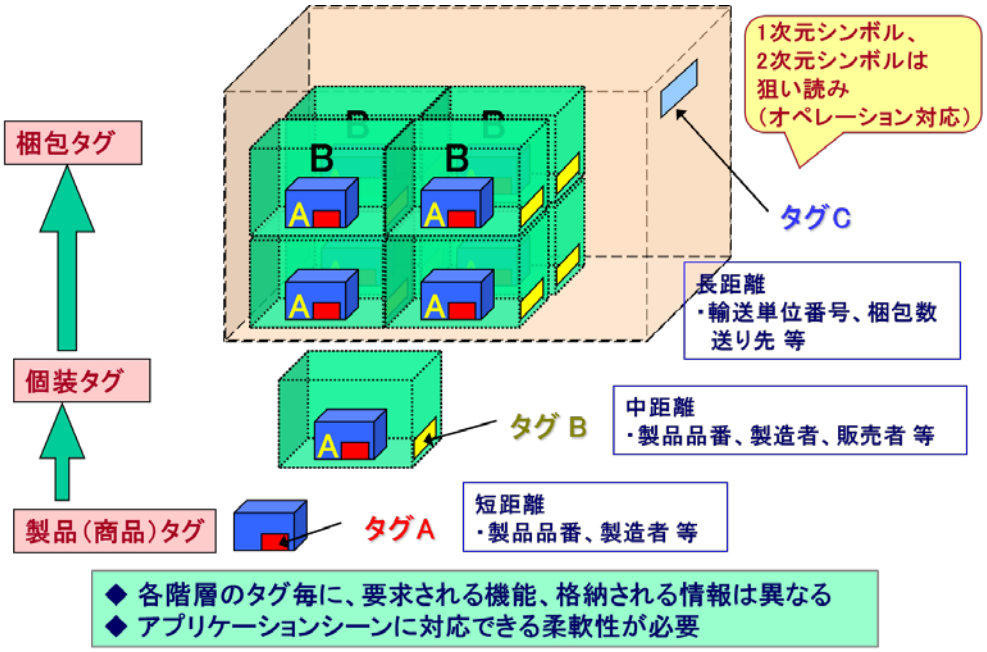


サプライチェーンの階層と国際規格

RFID を使用したサプライチェーン規格開発は 1 年間以上ストップした。その理由は、当初、全ての階層で、ISO/IEC 18000-63 タイプ C（860～960MHz）を使用する予定であったが、欧州から 13.56MHz を個品識別に使用したいという要求が提出された。同時期に GS1（EPC）の委員会でも同様な議論があり、ISO/IEC 18000-63 タイプ C と同じメモリ構造の ISO/IEC 18000-3M3（13.56MHz）を開発することになった。このため、規格開発を ISO/IEC 18000-3M3 の詳細仕様が確定されるまで規格開発を中断せざるを得なかった。さらに、1 次元/2 次元シンボルとの整合性を確保するために RFID の格納データ構造を「識別子＋データ」に変更した。これにより、サプライチェーン用途でのデータキャリアの統一（整合）的利用が可能になった。

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 RFID 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は複数のリーダ・ライタが必要になりコスト負担が大きくなる。

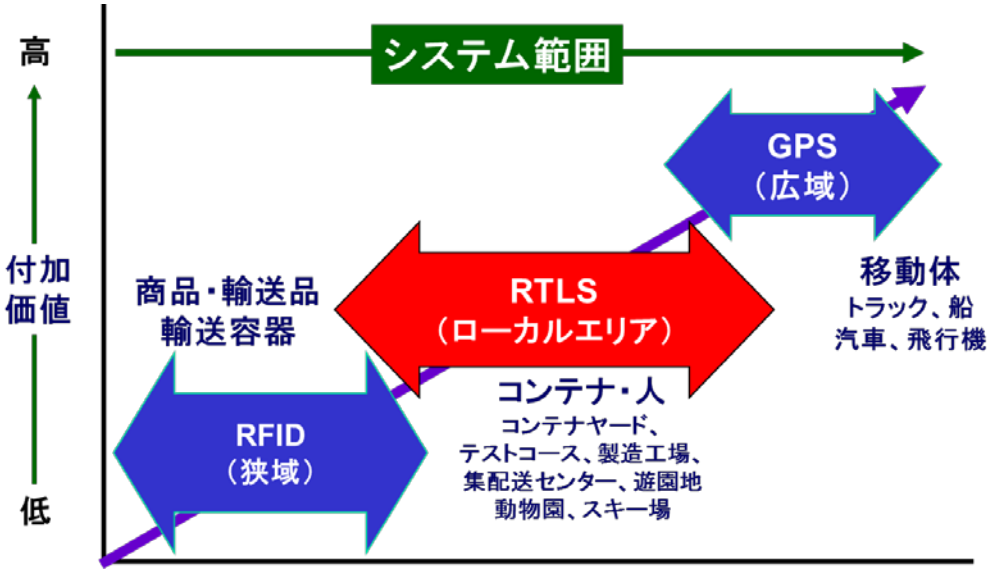
もう少し、具体的に述べる。階層 0 は製造工程に、階層 1 は梱包工程に、階層 2 と階層 3 は出荷工程にそれぞれ対応している。一般的には工程ごとに必要なデータが異なるため、階層を識別する必要がある。階層を識別するためには、階層ごとに異なった識別子を使用する。識別子体系 DI を例にとると、階層 0 は「識別子 25T」を、階層 1 は「識別子 25S」を、階層 2 は「識別子 6J」を、階層 3 は「識別子 25B」をそれぞれ使用することにより階層を識別できる。ユニーク ID の最初の文字に識別子がくるので、階層 1 の RF タグのみを読みたい場合は最初の文字「6J」で、選択的に読み取りが可能になる。したがって、サプライチェーンの全ての階層で同じ種類の RF タグを使用するのが望ましい。18000-6C(860～960MHz)タグを使用すれば、近距離交信にはリーダ・ライタの交信出力を小さくする事で対応できる。



階層間の RF タグの読み取り

15. リアルタイムロケーションシステム

リアルタイムロケーションシステム（RTLS）はもともと広大な国土を持つ米国で開発された。米国では広く利用されている技術である。米国での事例として、新車積み出し埠頭で、運搬船に新車を積載するときに利用されているケースがある。新車は当然ナンバープレートがないので、車体番号で管理する。しかし、車体番号は外から容易に確認することができないので、車載管理用の RF タグを搭載している。運搬船に新車を積み込む場合、寄港地が複数ある場合があり、新車を下す順番と逆順で積み込む必要がある。運搬船はフェリーのように後ろから積載し前から下すような構造になっていない。したがって、積載順番管理が重要であり、そのために RTLS を利用している。

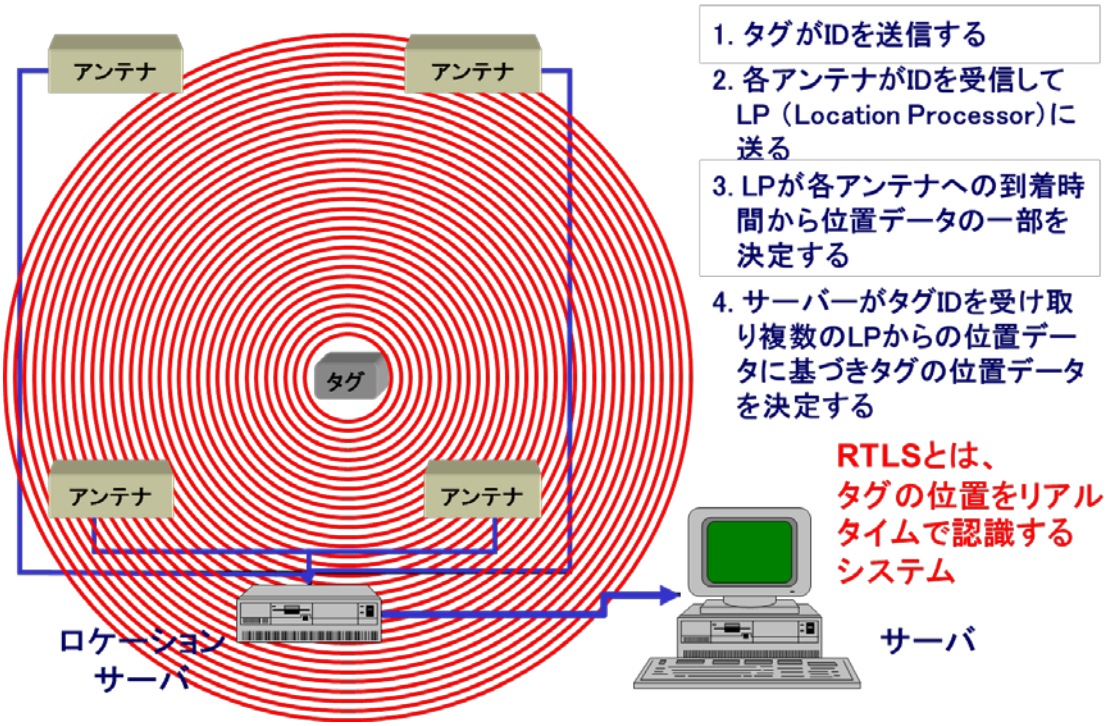


RTLS の範囲

この他にも、自動車のテストコースで自動車の走行状態を把握するシステムや自動車の組み立てラインで、いわゆる「アンドン」（異常があった行程の特定と表示）の用途に使用されている。

RTLS はコンテナヤードや集配送センターなどのローカルエリアにおける位置検出手段である。RTLS の基準点を GPS と連動させることにより、絶対位置とリンクさせることも可能である。

RTLS の原理は以下のようである。コンテナを例にとって説明する。まずコンテナに RF タグを装着する。RF タグのメモリにはユニークな ID が格納されている。RF タグはアクティブタイプで一定時間間隔ごとに ID を送信する。トラックに積載するために、コンテナ埠頭で目的のコンテナの位置を確認する。コンテナ埠頭には複数のアンテナと複数のロケーションプロセッサを設置しておく。



RTLS の原理

複数のアンテナ/ロケーションプロセッサにはコンテナタグからの距離に応じて受信信号に遅れが生じる。この信号の遅れと、複数のアンテナ/ロケーションプロセッサの位置からコンテナの位置を計測する。トラックにコンテナの位置を伝え、コンテナを積載する。事例は、時系列で述べたが実際はリアルタイムで計測している。

RTLS の規格は ISO/IEC JTC1 SC31 で開発している。エアインターフェイスは 2 種類あり、使用している周波数は 2.4GHz（ISO/IEC 24730-2）と 433MHz（ISO/IEC 24730-3）である。2.4GHz は使用帯域幅が 80MHz あるため、60MHz 帯域幅である日本の電波法に合致しない。したがって日本では使用することができない。433MHz は日本の電波法ではコンテナ用途に限定して許可されているため、一般的な用途では使用することができない。グローバルロケーションシステム（ISO/IEC 24730-4）はローカルエリア位置情報を絶対位置情報に変換するための方法を規定している。アンテナ位置の緯度経度がわかればローカルエリアの位置情報を緯度経度に換算することができる。事前にアンテナの緯度経度を調べておくことも可能であるが、災害時などの物資配送センターを想定して、その仕組みを機器に内蔵しておいた方が使い勝手が良い。

16. モバイル用 RFID

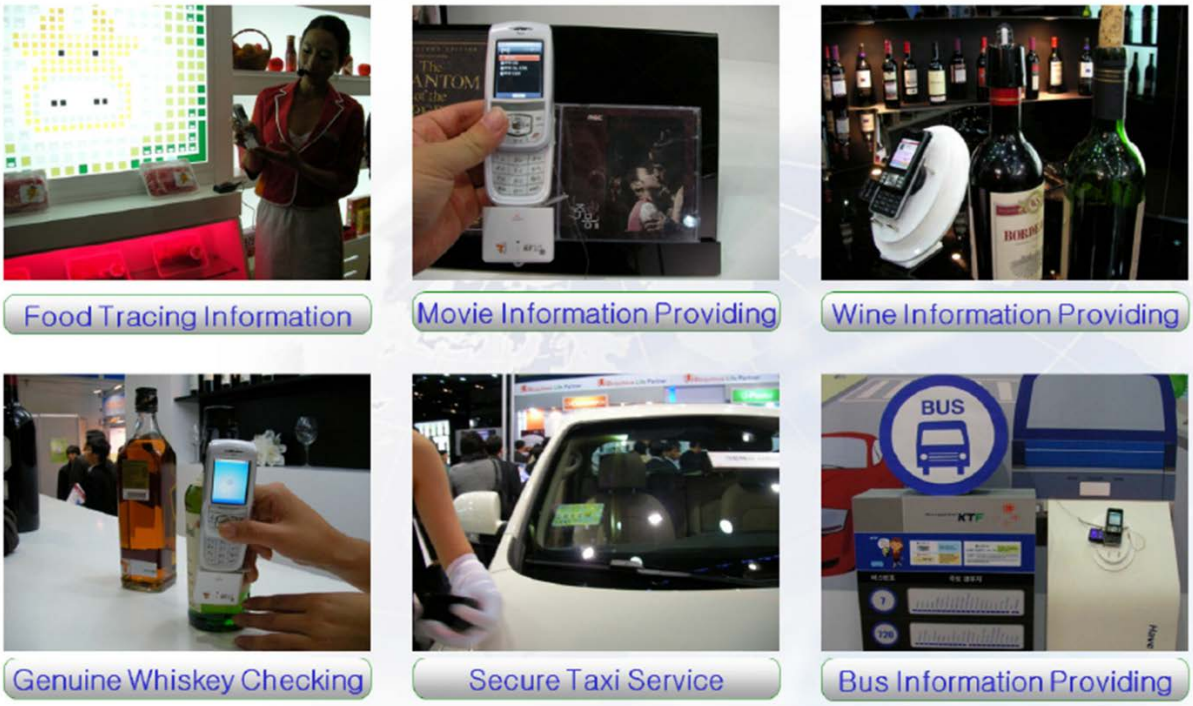
最近、ユビキタスネット社会という言葉が新聞、雑誌などでよく取り上げられる。このユビキタスネット社会に重要な要素技術はネットワーク技術、情報セキュリティ技術、マルチメディア技術である。これらの要素技術を実現したものの１つに携帯電話がある。携帯電話に搭載可能な自動認識技術は大きく 2 つに分けることができる。1 つはデータキャリアを搭載することで、もう１つはデータキャリアのリーダ・ライタを搭載することである。データキャリアとしては 1 次元

/2 次元シンボル、RFID 及びコンタクトレス IC カードがある。この中で 1 次元/2 次元シンボル及びコンタクトレス IC カードは実現している。リーダ・ライタは 1 次元/2 次元シンボル用が搭載され、RF タグのリーダ・ライタの搭載は時間の問題と思われる。

携帯電話に自動認識技術が搭載される最大の理由は携帯電話の通信機能を使用したリアルタイム性（いつでも、どこでも）にある。このリアルタイム性がユビキタスネット社会に不可欠な要素である。また、このリアルタイム性で注目されている自動認識技術は RFID である。RFID と各種センサーとを融合させることにより、実物系ネットワークとして利用することが可能である。

具体的なアプリケーション例を図に示す。まず、前述のように食品に詳細情報や安全情報を与えるための製造会社の URL がある。携帯電話のリーダで駅などの公共施設内のポスターや掲示板に添付されたデータキャリアの情報を読取ったり、関連するデータベースへのアクセス情報を読取ったりすることにより施設の情報や付近の案内地図を即座に入手できる。ワインやウィスキーに添付されたデータキャリアの情報から、商品情報はもとよりその商品が本物かどうかの判断情報も入手することができる。携帯電話に搭載された IC カードや RFID の情報をタクシーの端末で読むことにより、料金支払いや行く先情報をカーナビと連動させ、スムーズに目的地に到着することができる。またバスや鉄道などの運行情報を即座に入手することができ、次のバスが何分後にくるかと言うような情報も手に入れることができる。もちろん、パソコンであらかじめ調べておくことも可能であるが、その場（いつでも、どこでも）で情報が入手できると言うことが携帯電話のいいところである。

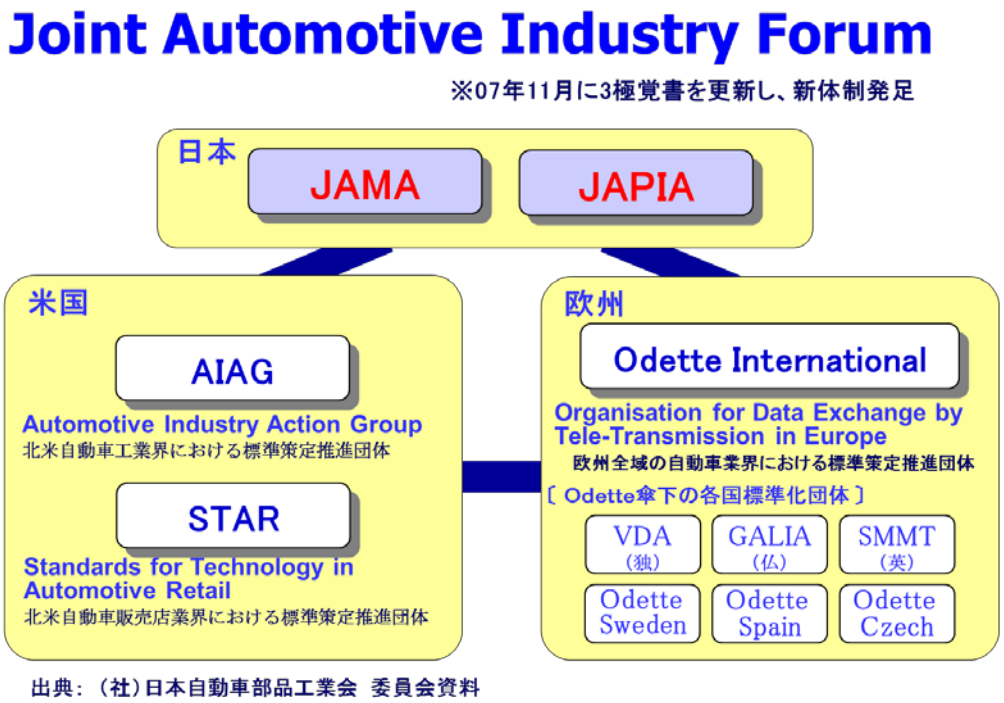
すべてのアプリケーションで 1 種類の RF タグを使用すれば、総数量が増加するためコストが安くなる。リーダ・ライタも 1 種類あれば事足りる。しかし、RF タグのアプリケーションが拡大すればするほど、どういう方法で選択的に読み取るかが課題になる。1 次元/2 次元シンボルの場合は当て読みのため、オペレータが間違わない限り問題はない。しかし、RF タグはオペレータが意識しなくてもデータの読み取りが可能である。例えば、RF タグのリーダ・ライタを搭載した業務用携帯電話で、配送管理をする場合を考える。当然、配送品に付けられた RF タグのデータを読み取り配送管理をする。同じ携帯電話でポスターに付けられた RF タグ（データは URL）を読み取りその会社のホームページを見る。同じ携帯電話で国土地理院が設置した三角点の RF タグを読み位置情報をえる。これらのアプリケーションを実現するためには、RF タグを選択的に読取れるデータ構造を標準化する必要がある。



モバイル RFID アプリケーション

17.　自動車産業での応用事例

世界の自動車業界は 2007 年 11 月に従来からあった覚書を更新し、新たに JAIF（Joint Automotive Industry Forum）を発足させた。JAIF 発足のきっかけは（社）日本自動車部品工業会（JAPIA）からのリターナブル輸送容器の識別およびサプライチェーンのデータ構造に関する規格提案である。JAIF のメンバーは日本からは（社）日本自動車工業会（JAMA）と JAPIA が、米国からは AIAG（Automotive Industry Action Group）と STAR（Standards for Technology in Automotive Retail）が、欧州からは ODETTE International（Organization for Data Exchange by Tele-Transmission inn Europe）がそれぞれ参加した。具体的には JAMA からはマツダ、ホンダ、日産、トヨタなどの各社が、JAPIA からはデンソー、ボッシュ（日本）、アイシン精機、矢崎総業、パナソニック、豊田合成などの各社とオブザーバーとして（社）日本自動認識システム協会（JAISA）が、AIAG/STAR からは GM、インターメック、ミシュランなどの各社が、ODETTE からは、ボルボ、フォルクスワーゲン、ダイムラー、フォード（欧州）などの各社が参加した。会議は日本、米国、欧州の持ち回りで 2008 年は 3 回開催された。規格は 2009 年に発行された。



JAIF 推進体制

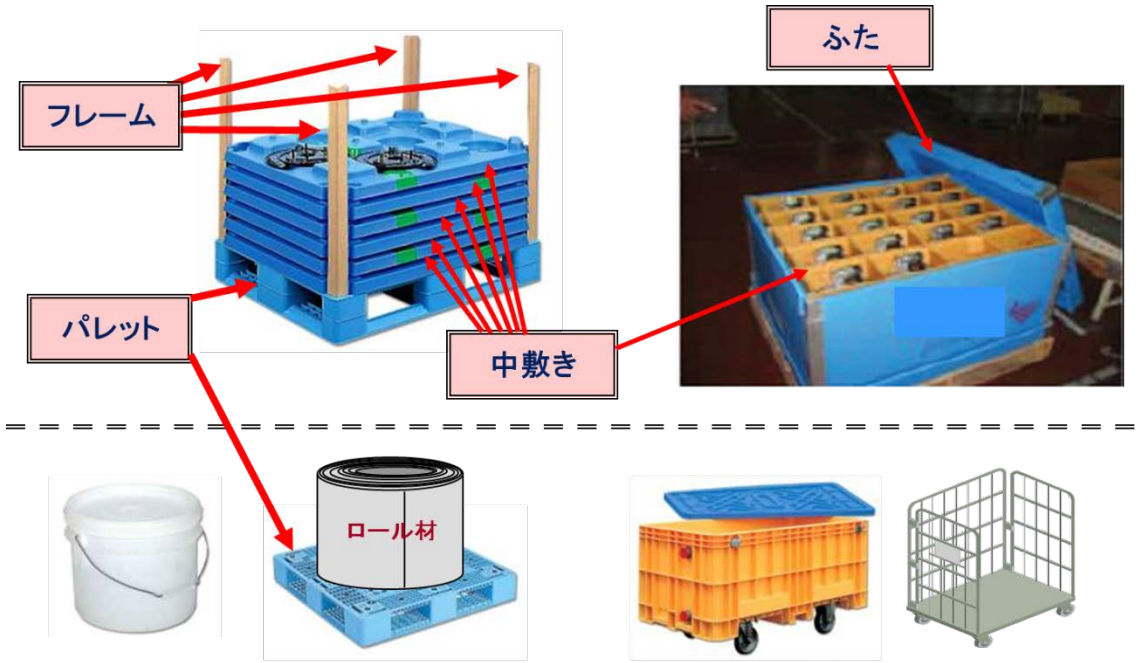
規格名は「リターナブル輸送容器の識別ガイドライン」で規格の内容は適用範囲、引用規格、用語および定義、サプライチェーンモデル、リターナブル輸送容器、リターナブル輸送容器の固有識別子、RFID 要件、リライタブルハイブリッドメディアの要件、ラベルのレイアウトと位置、1 次元シンボル体系および 2 次元シンボル体系の要件などで、さらに 22 の付属書から構成されている。規格書は ISO のフォーマットで作成されており 46 の国際規格を引用している。この規格は自動車の業界規格であるが、そのまま他の業界でも使用できるように考慮されている。

この規格の適用範囲は

・リターナブル輸送容器の識別に関する仕様を推奨する。
・固有識別子を使って、リターナブル輸送容器のトレーサビリティを確保する。
・使用する記号論（セマンティクス）とデータ構文（データシンタックス）を規定する
・最低性能要件を規定する。
・ビジネスアプリケーションと RFID システム間のインターフェイスに使用するデータプロトコルを規定する。

・FID リーダ・ライタと RF タグ間に必要なエアインターフェイスを規定する。
・RF タグの再利用とリサイクルについて規定する。
・RF タグのライセンスプレートのような補足情報についての推奨事項を述べる。
・リライタブルハイブリッドメディアについて規定する。
・リターナブル輸送容器に貼り付けされた 1 次元シンボルラベルや 2 次元シンボルラベルの最低デザイン要件を規定して、トレーディングパートナー間のデータ転送を可能にする。
・1 次元シンボル体系や 2 次元シンボル体系、特定の品質要件、シンボル密度クラスの選定に関する推奨事項を述べる。
・1 次元シンボルや 2 次元シンボルあるいは可読情報のためのラベルデザインの指針を提供する。

となっており、リターナブル輸送容器の識別方法とリターナブル輸送容器の識別に使用するデータキャリアを規定している。データキャリアとしては 1 次元シンボル(コード 39、コード 128)、2 次元シンボル（QR コード、データマトリクス）とリライタブルハイブリッドメディア（リライト紙＋RF タグ）を規定している。データキャリアの添付方法は 1 次元/2 次元シンボルのラベル、2 次元シンボルのダイレクトマーキング、RF タグ、リライタブルハイブリッドメディア「かんばん」を規定している。この規格は 1 つの規格で複数のデータキャリアを規定する初めての業界規格である。



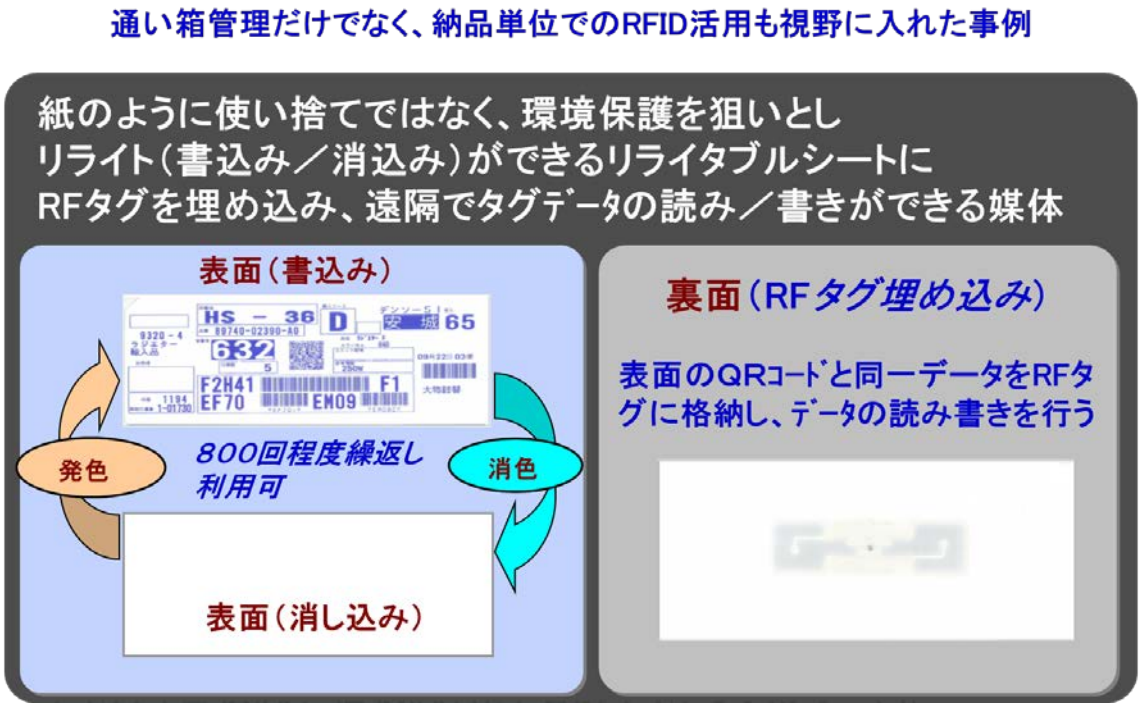
出典：（社）日本自動車部品工業会　委員会資料

JAIF 標準化対象

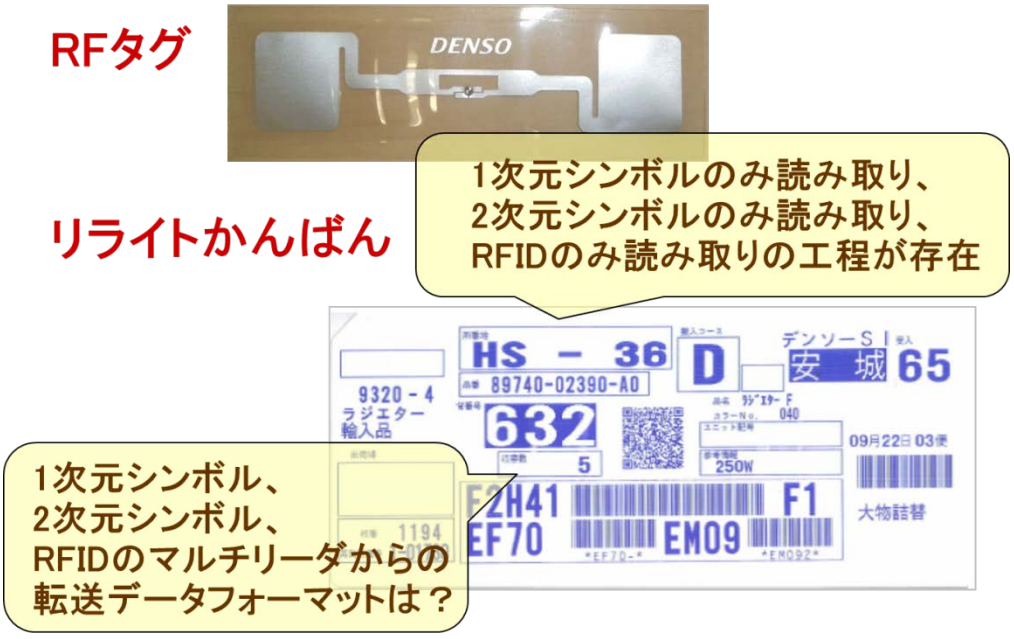
リライタブルハイブリッドメディアはリライト紙と RF タグのハイブリッドデータキャリアであり、リライト紙に可読文字、1 次元/2 次元シンボルを印字し、RF タグ破損時のリカバリー手段も同時に提供している。RF タグのデータを書き換えた場合は、リライト紙を白紙に戻し、新しいデータを再書き込みできる。このリライタブルハイブリッドメディアは（株）デンソーの安城製作所で実運用されている。デンソーの安城製作所の適用例は 2008 年度 JAISA のシステム大賞を受賞しており、詳細情報は JAISA から入手可能である。また、関係記事は月刊自動認識にも掲載されており、こちらからも情報入手可能である。

リライタブルハイブリッドメディア「かんばん」の最大の利点は紙」かんばんの削減と出荷確認工程の省人化（効率化）である。試算ではデンソー全体で約 3 億枚/年の資源節約、120 人工の省人化が可能になっている。リライタブルハイブリッドメディアの実用化もあり、一台で RFID と 1 次元/2 次元シンボルとを読み取るマルチリーダが出現している。このような場合における RF タ

グを読んだ場合および 2 次元シンボルを読んだ場合のそれぞれのデータ転送フォーマットもこの規格で規定している。



リライタブルハイブリッドメディア「かんばん」Ⅰ



リライタブルハイブリッドメディア「かんばん」Ⅱ

18. あとがき

物品の識別の基本的なアプリケーションはサプライチェーンであると思われます。日本ではサプライチェーンという概念は「広域、高度な物品の流れ」と考えられているように思われますが、ロジスティクスという言葉と同様に「物品が右から左」に動けばそれがサプライチェーンやロジスティクスの基本要素であり、極論すればサプライチェーンそのものであるとも考えられる。こ

のサプライチェーン効率化、物品のトラッキングやトレーサビリティにRFIDは不可欠です。しかし、これらを全てRFIDでおこなうことは不可能です。なぜなら。産業のピラミッド構造においてすべての企業（特にピラミッドの下層部）がRFIDの費用負担をすることは不可能であるからである。また、ウォールマートの例に見られるように、ピラミッド上層部の企業がRFタグを添付するよう要求することはあってもその費用を負担することはない。

日本でのRFIDの普及条件は非常に厳しいと思われる。日本の製造業や物流業は世界的に見ても非常に効率化されているため、更なる効率化をRFIDで実現しなければならないからである。日本を代表する企業で1次元/2次元シンボルを使用していない企業はほとんどない。この現実を踏まえ、更なる効率化をRFIDで実現するための方法を具現化する必要がある。その目的達成のためにこの小冊子が少しでも貢献できれば幸いである。