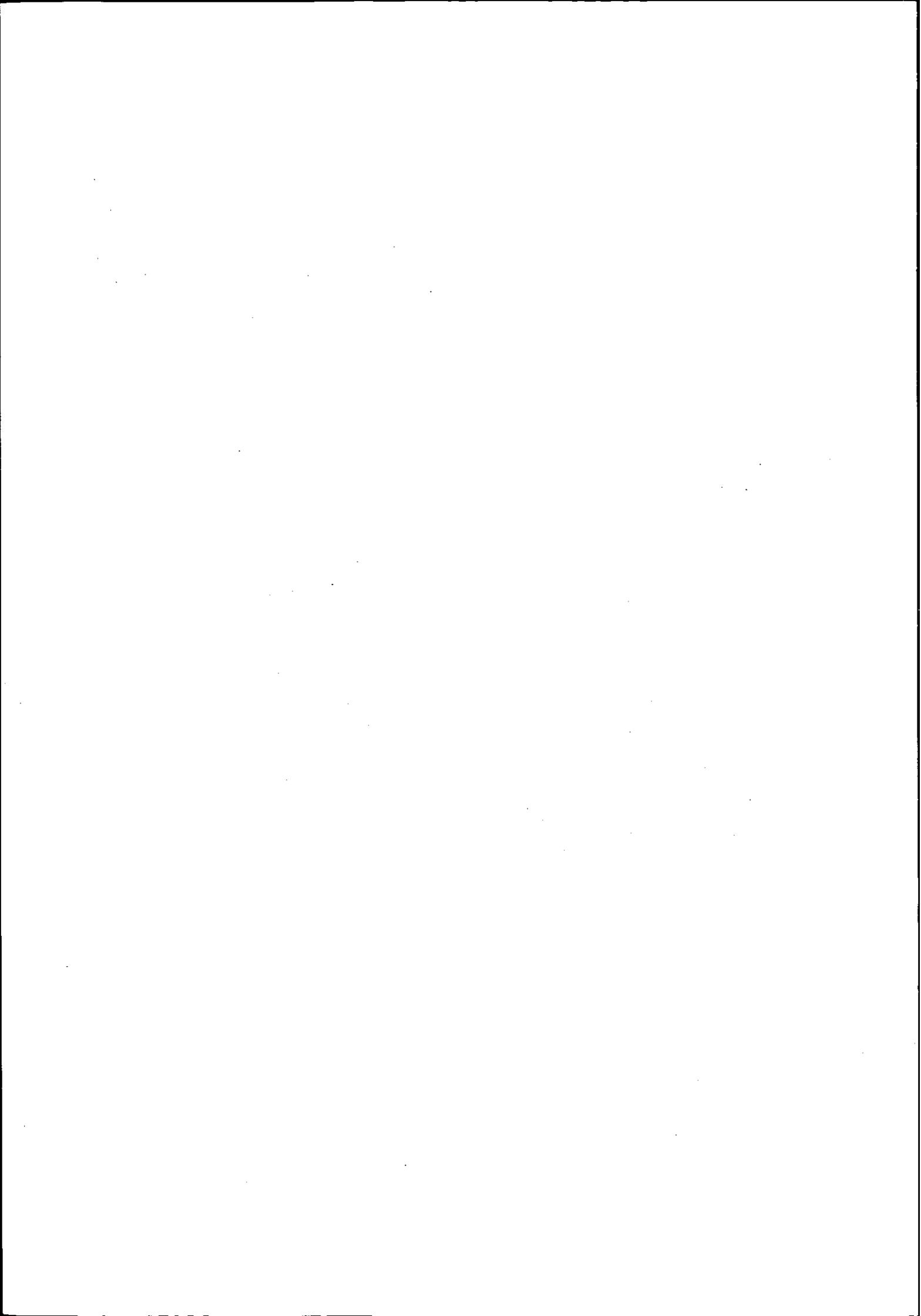


ADCメディアに関する調査報告書

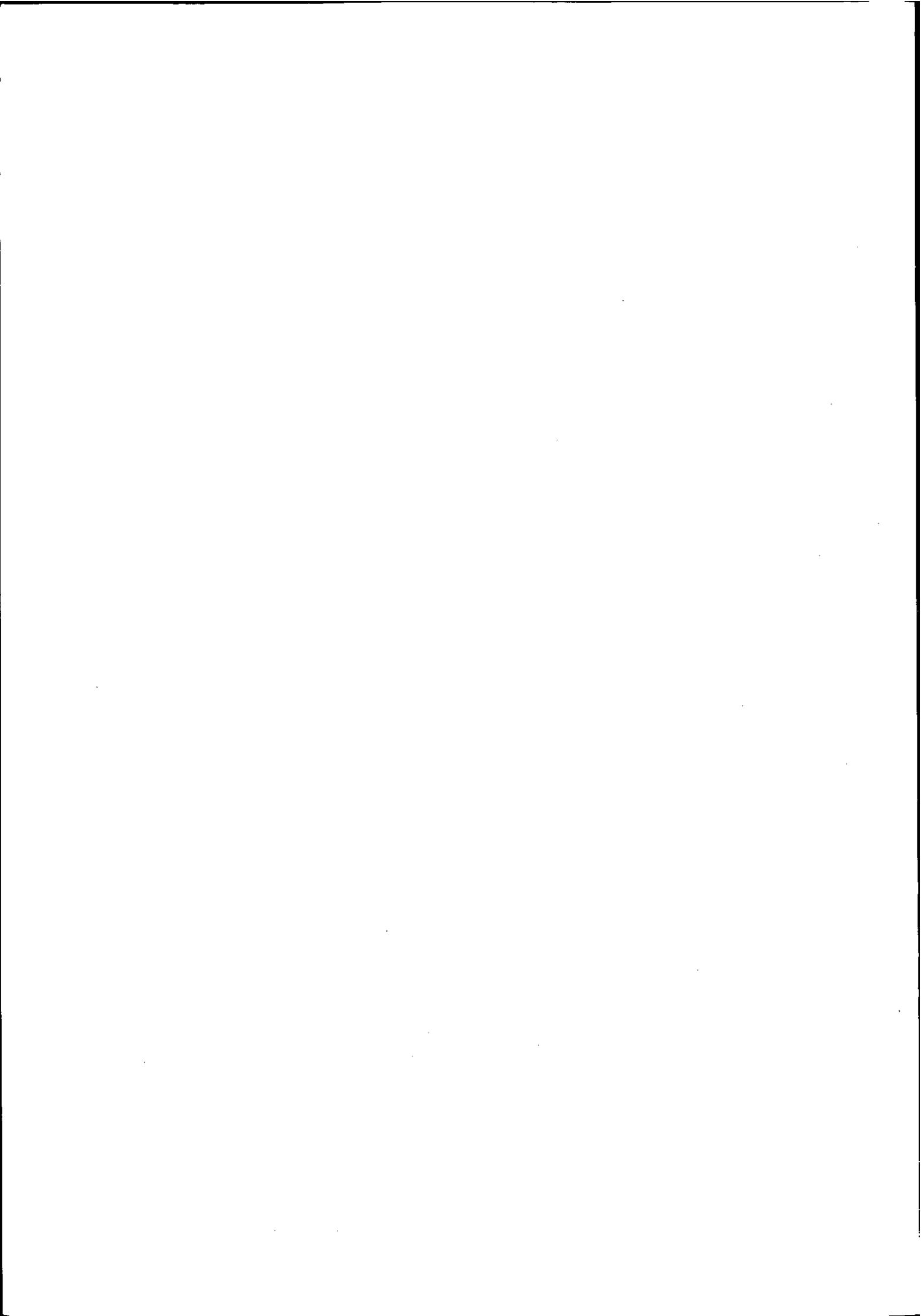
～ RFIDの技術動向と標準化および利用事例 ～

平成11年3月

財団法人 日本情報処理開発協会
産業情報化推進センター







はじめに

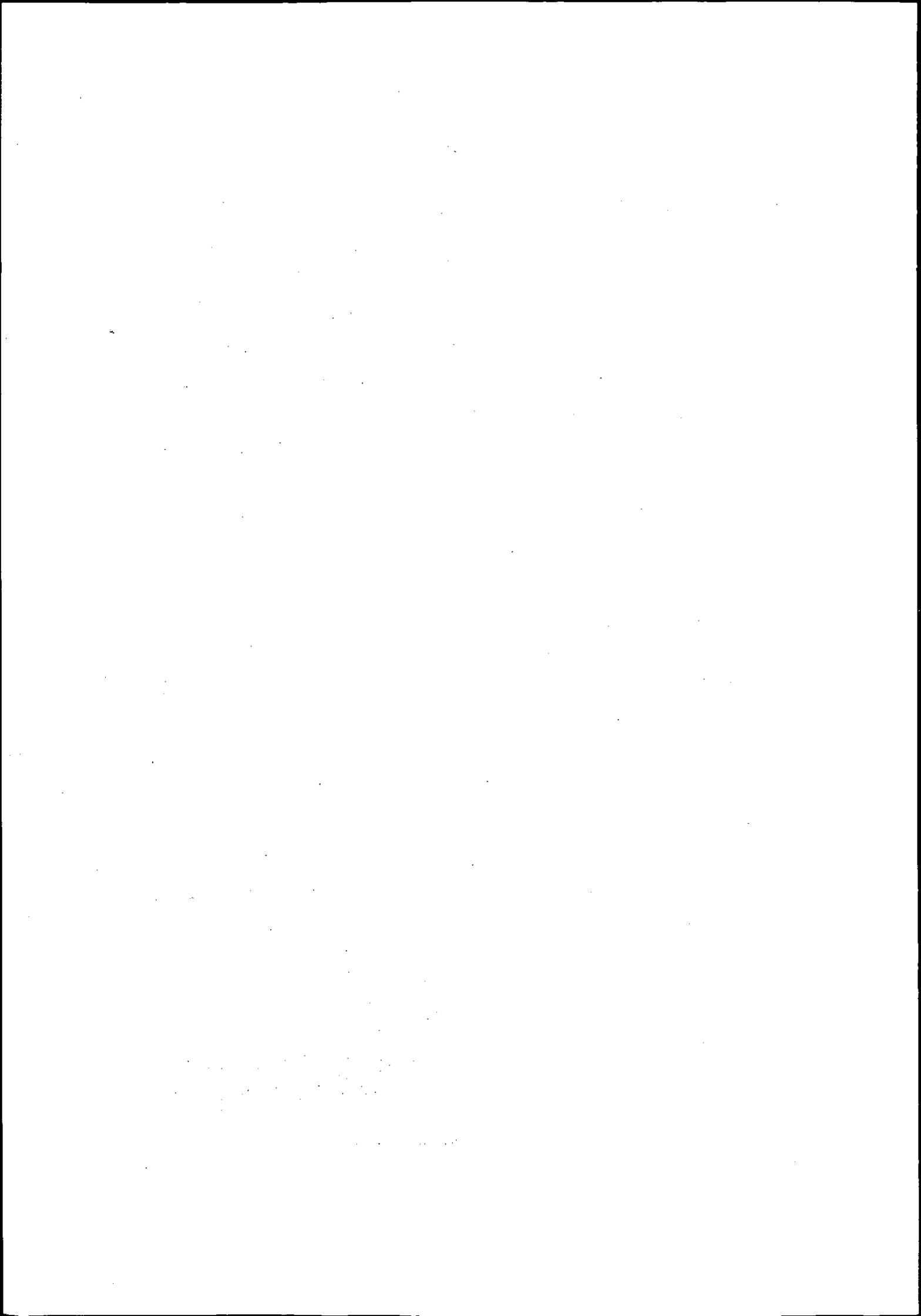
今日では多くの分野でバーコード (Linear Bar Code Symbol:一次元バーコード) が利用されている。このバーコードのデータ容量を増大させた二次元コード (Two-Dimensional Symbol:二次元シンボル) や、RFID (Radio Frequency Identification:無線認識) と呼ばれる無線タグなどを総称して、ADC (Automatic Data Capture:自動データ収集) メディアと呼んでいる。このADCメディアがデータキャリアとなり、バーコードリーダや無線受信機などAIDC (Automatic Identification and Data Capture:自動認識およびデータ収集) 技術の進歩により、商品や製品流通での仕分けおよび販売時の識別や盗難防止、家畜などの動物の識別等に利用されている。

今後は高速道路のノンストップ自動料金徴収や鉄道のノンコンタクト定期乗車券、公衆電話の機密性の高い利用カードなど多くの分野で普及すると期待されている。

EDIの分野においても、ADCメディアは「情物一致」の原則を守るためのツールとして、多くの業界団体で導入もしくは検討されている。

ADCメディアに記録されるEDI情報の標準化が、1996年3月からISO/IEC JTC1のSC31で進められている。SC31の規格にはUN/EDIFACT、ANSIのX12と並んで、わが国のCII標準も採択されたので、ADCメディアの世界でもCII標準が国際標準の一つとして認められている。

本報告書は、ADCメディアの中で今後急速に普及すると見られるRFIDについて、実際に国内で運用されているRFID利用システムを調査した結果をとりまとめた。また、技術や標準化の動向についても併せて紹介している。



ADCメディア検討委員会 名簿

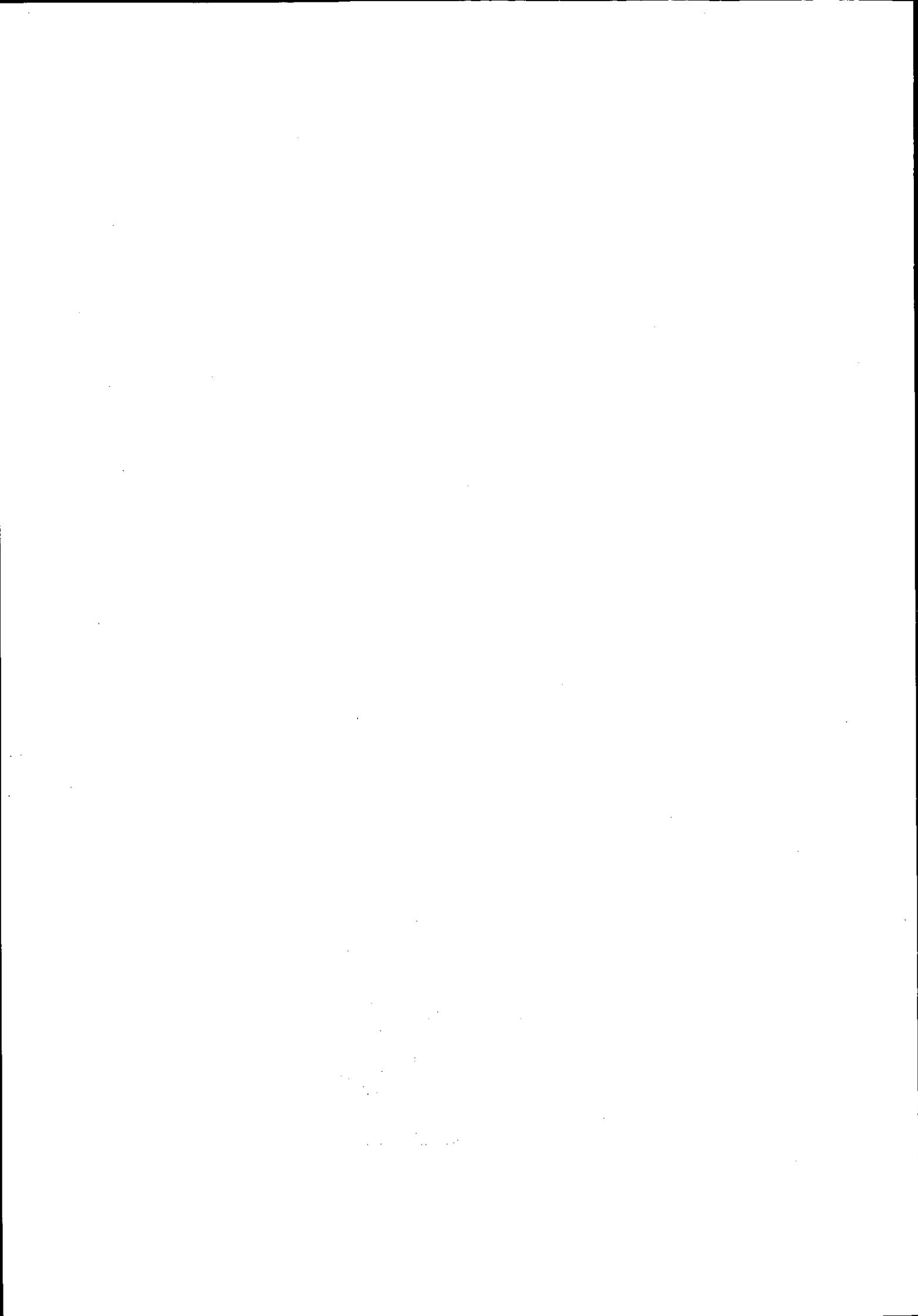
| | | |
|--------|--------|----------------------|
| 委員長 | 圓川 隆夫 | 東京工業大学大学院 |
| 副委員長 | 柴田 彰 | 株式会社 デンソー |
| 委員 | 藤井 研一 | 社団法人 日本自動認識システム協会 |
| " | 高井 弘光 | 株式会社 デンソー |
| " | 越野 直樹 | ぺんてる株式会社 |
| " | 武山 一史 | 鉄道情報システム株式会社 |
| " | 稗田 琢文 | 電気事業連合会 |
| " | 佐藤 誠 | 財団法人 流通システム開発センター |
| " | 稲束 原樹 | 社団法人 日本ロジスティクスシステム協会 |
| " | 和田 清男 | 松下電器産業株式会社 |
| " | 工藤 泰博 | 新日本製鐵株式会社 |
| " | 山本 雅俊 | 繊維産業構造改善事業協会 |
| " | 奥本 晋也 | 株式会社 東急ストア |
| " | 川廷 寿継 | 株式会社 ゼクセル |
| " | 久保田 卓夫 | 社団法人 日本自動車工業会 |
| オブザーバー | 今井 智之 | 通商産業省 機械情報産業局 |
| 事務局 | 老川 健治 | 産業情報化推進センター ユーザー環境課 |
| " | 山崎 武紀 | 産業情報化推進センター ユーザー環境課 |

ADC技術研究会 名簿

| | | |
|------|-------|----------------------|
| 主査 | 藤井 研一 | 社団法人 日本自動認識システム協会 |
| 研究委員 | 高井 弘光 | 株式会社 デンソー |
| " | 越野 直樹 | ぺんてる株式会社 |
| " | 石井 徹郎 | 社団法人 日本ロジスティクスシステム協会 |
| " | 本田 八郎 | 日本通運株式会社 |
| " | 安達 英雄 | 第一貨物株式会社 |
| " | 大塚 裕 | オムロン株式会社 |
| " | 吉本 隆一 | 財団法人 日本システム開発研究所 |
| " | 森山 善弘 | 株式会社 東芝 |
| " | 小橋 一夫 | 松下通信工業株式会社 |
| " | 本間 弘一 | 株式会社 日立製作所 |
| " | 宮村 雅隆 | 東芝ケミカル株式会社 |

目次

| | | |
|------|-------------------|----|
| 第1章 | 目的と範囲 | |
| 1.1 | 研究委員会の目的と範囲 | 1 |
| 1.2 | EDIとRFID | 1 |
| 第2章 | RFIDの種類とその特徴 | |
| 2.1 | 本報告書で対象とするRFID | 3 |
| 2.2 | RFIDタグの種類 | 3 |
| 2.3 | RFIDの特徴 | 9 |
| 第3章 | RFIDの市場と標準化動向 | |
| 3.1 | RFIDの誕生 | 15 |
| 3.2 | 日本におけるRFIDの歴史 | 16 |
| 3.3 | 日本におけるRFIDタグの市場 | 23 |
| 3.4 | RFIDタグのタイプ別市場規模 | 23 |
| 3.5 | RFIDタグの標準化動向 | 25 |
| 第4章 | RFIDを利用したシステム事例 | |
| 4.1 | 生産管理システム | 31 |
| 4.2 | 自動車エンジン加工 | 34 |
| 4.3 | OA機器組立 | 37 |
| 4.4 | 液晶製造 | 39 |
| 4.5 | 工作機のマシニングセンタ | 41 |
| 4.6 | 自動車の車体加工 | 43 |
| 4.7 | 農業関連 | 45 |
| 4.8 | 工事現場 | 47 |
| 4.9 | アミューズメント施設 | 49 |
| 4.10 | 情報杭システム | 51 |
| 第5章 | RFIDの可能性 | |
| 5.1 | 物流におけるRFID利用部面の分類 | 57 |
| 5.2 | 物流におけるモデルシステム | 57 |
| 5.3 | 物流業者からみた実現性 | 65 |
| 第6章 | まとめ | |
| 6.1 | 現状 | 68 |
| 6.2 | 課題 | 69 |



第1章 目的と範囲

1.1 研究委員会の目的と範囲

平成7年度よりEDIにおける情物一致の原則を達成するツールとして、2次元シンボルに注目をし、「二次元コード検討委員会」を設立して、2年間に渡ってその技術や標準化の動向および利用事例などを調査してきた。その後、新しくデータキャリアとして注目され始めたのが、RFIDである。このRFIDについて2次元シンボルの時と同様に調査検討を行うため、二次元コード検討委員会を、「ADCメディア検討委員会」と改称した。

ADCメディア検討委員会の下に、「ADC技術研究会」を設け、RFIDがEDIシステムに対してどのような使われ方をし、どういった効果を提供するのか、広く現状を調査して関係業界団体へ周知することを目的とした。

現在、ISO/IEC JTC1 SC31の国内対応窓口は、(社)情報処理学会であるが、実質的な内容の検討を行っているのは、(社)日本電子工業振興協会(電子協)のADC委員会である。ADC委員会には、JTC1 SC31に対応して、4つのWGが設立され活発に活動をしている。

本研究委員会は、電子協のADC委員会と協調して研究を行い、RFIDの技術および標準化動向を調査し、現状の利用状況を取りまとめることを活動の範囲としている。

1.2 EDIとRFID

受発注業務に代表されるEDIは、電子データの交換と同時にその対象となる物の動きを把握することが重要な要素になる。これを実現する手段として、ADCメディアが利用されている。

最も広く普及しているのがバーコードで、スーパーやコンビニなどの商品には必ずと言っていいほどバーコードが付いている。しかし、このバーコードはデータ容量が少ないため、企業や商品などのコードしか表現できない。そこでシステム上にコードに対応する詳しいデータを記録したデータベースを持つ必要が生じる。データベースのメンテナンスには多大なパワーを必要とし、少量多品種の商品や変化の激しい商品などはデータベースの更新が追い付かず、バーコード利用のネックになっている。

そこでデータベースレス・システムを目指して、開発されたのが容量を飛躍的に増大さ

せた2次元シンボルである。2次元シンボルの動向については、「EDIにおける二次元コードの利用に関する調査報告書（Ⅰ）・（Ⅱ）」をご覧ください。

2次元シンボルも含めてバーコードはリードオンリー（読取専用）であり、一度に一つの情報しか識別できない。一度に複数の物の識別、さらに隠れた物の識別や情報の付加（リライト）など、より多くの機能を利用できるのがRFIDである。

RFIDを使用する事により、ネットワーク基盤のない地域や企業においても擬似的なEDIを行うことができる。これは2次元シンボルでも可能であり、ペーパーEDIとも呼ばれている。また、RFIDのリライト機能を生かして、製品や部品の履歴情報や客先情報を付加していくことで、EDIシステムと連携をとりながらSCM（サプライチェーン・マネジメント）システムへと発展させることができる。

第2章 RFIDの種類とその特徴

2.1 本報告書で対象とするRFID

一般にRFIDと総称した場合には、各種の形状と特性を持ったものがすべて含まれる。本調査の中では、RFIDを「RFIDタグ」と「非接触ICカード」の2種類に分けて考え、本報告書はRFIDタグを中心に記述する。

ここで言う非接触ICカードとは、ISO/IEC JTC1 SC17で標準化が進められている、横85.60mm×縦53.98mm×厚み0.76mmの形状のものを指し、最近、定期券、テレホンカード等に利用されようとしているものが含まれる。

上記の非接触ICカード以外のすべてのものをRFIDタグと呼び、本調査の対象として考える。

2.2 RFIDタグの種類

RFIDタグの種類には、大別して4タイプがある。

これらの分類は、その通信媒体、あるいは通信方式等を切り口としており、①電磁結合タイプ (Electromagnetic Coupling)、②電磁誘導タイプ (Electromagnetic Induction)、③マイクロ波タイプ (Microwave)、④光タイプ (Optical) である。なお、電磁結合タイプは、広義の意味で電磁誘導タイプに含まれる。

以下に、各タイプの簡単な原理を説明する。

(1) 電磁結合タイプ

図1に電磁結合タイプの簡単な原理ブロック図を示す。

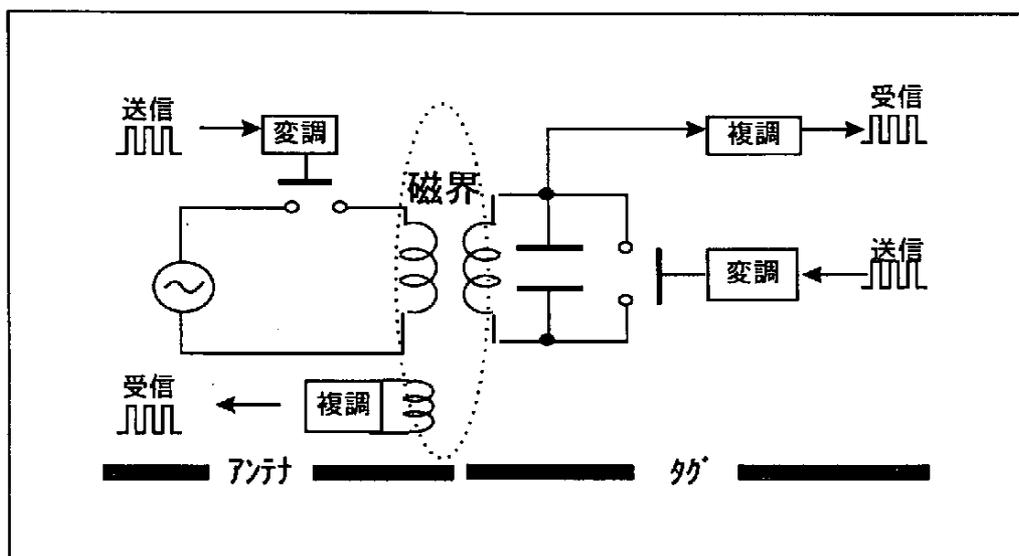


図1 電磁結合タイプの原理 (概略ブロック図)

電磁結合タイプは、交流磁界によるコイルの相互誘導を利用したトランス結合と言える。電磁結合タイプは原理的に近接センサの応用に近く、当初このタイプのRFIDを発売したメーカーの多くは近接センサを開発していたメーカーであった。

また、電磁結合タイプに使用されている交信周波数は、一般的に400kHz～550kHz程度であり、FA等での厳しいノイズ環境での使用でもほとんど問題がないため、その交信信頼性が評価され、自動車業界を初めとするFA領域で最も活用されているタイプである。

電磁結合タイプの詳しい特徴については次項で述べることにする。なお、最近では、本タイプを広義では電磁誘導タイプに包含することが多い。

(2) 電磁誘導タイプ

図2に電磁誘導タイプの簡単な原理ブロック図を示す。

電磁誘導タイプとは、一般的に微小ダイポール（アンテナ）から発せられる電界、および、磁界の成分のうち $1/\text{距離}^2$ に比例する誘導電磁界の成分を使ったもので、誘導電磁界タイプと呼ばれることもある。一般的には、交信周波数に $100\text{kHz} \sim \text{数MHz}$ を採用している。

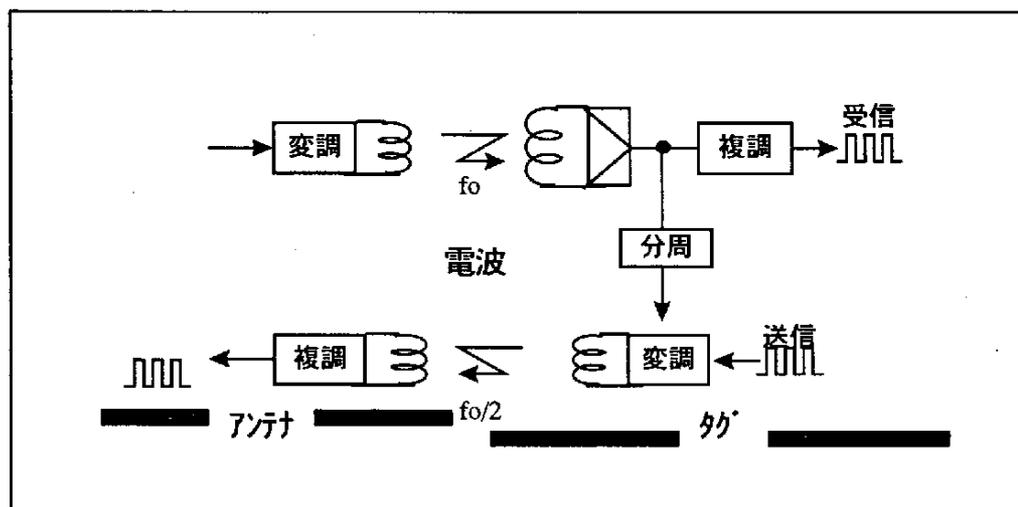


図2 電磁誘導タイプの原理（概略ブロック図）

また、特に周波数が $100\text{kHz} \sim 150\text{kHz}$ 帯のものは、長距離交信が可能であり、長いものでは 1m 程度の読み取りができるものがある。しかし、一方では、インバータ、モータ、あるいはCRTディスプレイ等から発せられたノイズが、電磁誘導タイプの交信周波数と類似しているために妨害を受け、 S/N 比が低下した結果、交信エラーを起し易くなるという問題が発生する。そのため、電磁誘導タイプは、FA領域等での活用よりも、その長距離交信という特徴を活かし、人の入退室管理や動物の管理、あるいは物流関連等で多く採用されているのが一般的である。

最近、非接触ICカード（無線設備規則ではワイヤレスカードと呼ぶ）と言われる分野で 13.56MHz という周波数帯域を使用していることは周知の通りである。日本でも 1998 年 12 月に電波法施行規則の一部が改正され、 13.56MHz 帯を非接触ICカードに使用することができるようになった。 13.56MHz という周波数帯は、RFIDにとって今後最も注目されると思われる周波数帯域であり、この分野の開発が進むことで、RFIDの世界が大きく変わることは間違いない。特に海外では、電波法関連の規

制緩和が進んでいるため、70cmレベルの長距離通信が可能で、通信速度も数10kbp/sと速く、かつ大量生産により恐らく数10円レベルの価格を実現する可能性が高いため、RFIDの市場拡大の鍵を握っていると言っても過言ではないであろう。

(3) マイクロ波タイプ

マイクロ波タイプとは、その名の通り通信媒体にマイクロ波を利用したRFIDである。日本においてマイクロ波タイプのRFIDに使うことができる通信周波数は、2.45GHzであるが、米国では900MHz帯のものも認可されている。また、日本国内には大きく分けて2種類のマイクロ波タイプのRFIDが存在している。これは、電波法からくる違いである。一種類は、構内無線局対応のもので、他方は特定小電力対応である。これらの違いを一言で言えば、マイクロ波タイプのRFIDの使用者が無線局の免許を開局しなければならないか、あるいは自由に使えるか、である。

①構内無線局対応

マイクロ波タイプのRFIDでアンテナの空中線出力が300mW以下のタイプがこれに該当する。構内無線局対応のRFIDは、出力が大きいため長距離通信が可能である点が大きなメリットである。長いものでは、10mを超える通信ができる。また、RFIDタグに電池を内蔵しない電池レスタグで50~70cmの通信ができるものも実現できる。

実際の運用について述べると、RFIDメーカーはタグそのものが電波法の規定を満足していることを証明する「技術基準適合証明」を受ける必要がある。そして、このRFIDを実際の設備やシステムとして使用する企業等が構内無線局の開局をしなければならない。構内無線局の開局手続きは、無線局開局申請書や工事設計書に必要事項を記入し、システム構成図、アンテナの設置場所を明記した図面等を添付した形で、各地方の電気通信監理局へ申請する。なお、申請者は、RFIDを使用する企業の代表者（通常、社長）であるが、委任状を添えた代理人申請も認められている。また、システム構成、アンテナ数、アンテナ設置場所等を変更した場合には、変更届け（申請）をする必要がある。もしも、RFIDを使った設備の使用を止めた場合には、無線局の廃止届けをすることになる。このように、構内無線局での運用には様々な規定が存在しているが、これらの規定に基づいた手続き・処理

がきちんとなされているかという点で課題が残る。そのため、RFIDメーカーが率先してその運用をRFIDの使用者側に伝えていくことが必要である。

②特定小電力対応

マイクロ波タイプのRFIDでアンテナの空中線出力が10mW以下で、かつ読み出し符号を有しているタイプは、構内無線局ではなく特定小電力機器として取り扱うことができる。この特定小電力対応のメリットを一言で言うと、RFIDの使用者が無線局の開局申請をしなくても自由に使える点である。各RFIDメーカーが有するマイクロ波タイプのRFIDシステムが特定小電力機器としての規定に適合していることを「技術基準適合証明書」という形で証明しておけば、それを使用する各企業では構内無線局のように無線局の開局申請をする必要はない。諸外国の電波法もこれに近く、各RFIDメーカーが各機器の型式認定を取れば、使用する側は自由に使える仕組みになっている。

特定小電力対応のRFIDは、アンテナ側の空中線出力が構内無線局対応の300mWに対して1/30の10mW以下であるため、交信距離も大幅に低下すると考えがちであるが、実際にはRFIDタグに電池を内蔵したもので5mレベルの交信が可能になっている。電池レスタイプでは、数cmといったレベルの交信距離しか実現できない可能性が高く、本来マイクロ波タイプのRFIDの特徴である長距離交信という点でのメリットが活かしきれないため、実用化は難しいと思われる。

なお、図3にマイクロ波タイプのRFIDの簡単な原理ブロック図を示す。本ブロック図で表している偏波方式は垂直・水平偏波方式であるが、現在はほとんど円偏波方式となっている。

マイクロ波タイプのRFIDは、長距離交信、高速交信という特徴を活かし、自動車業界における車体組立工程での活用、駐車場等での車両管理、工事現場でのトロッコや工事車両の管理、トラックスケール、あるいはコンテナや貨物の管理等で実績がある。また、海外では高速道路でのノンストップ自動料金徴収用途に使われている例もある。なお、日本におけるITS (Intelligent Transport Systems) での料金徴収では、車両に取り付けられた車載器にカードを入れて、車載器と車両ゲート間を5.8GHzのマイクロ波で情報のやり取りをする2ピース形態で実現されるため、実際にはRFIDシステムとは多少異なるものになる。

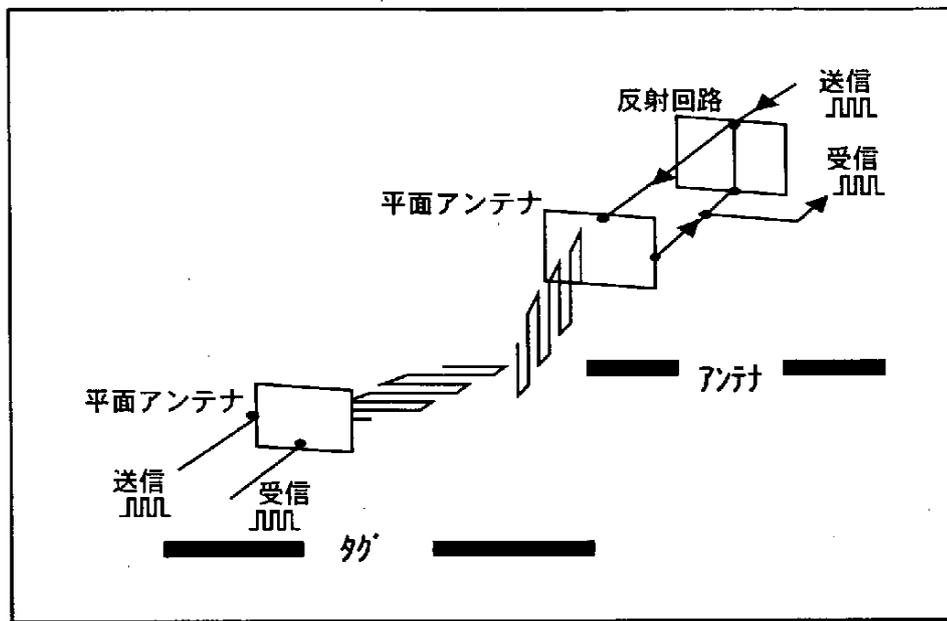


図3 マイクロ波タイプの原理（概略ブロック図）

(4) 光タイプ

光タイプとは、交信媒体に電磁波の一種である光を利用したRFIDである。

光タイプのRFIDのベースは光電センサや光伝送であり、今から12～13年前に登場した時、光電センサ等を開発していた各メーカーがその主流であった。光タイプのRFIDは、投光器側にLED、受光器側にPT、PDを搭載しており、0・1の信号を光のバルス信号に変換して送受信するものである。当時存在していた電磁結合タイプのRFIDでカバーできなかった数10cmの交信と高速交信を実現するものとして登場した背景がある。通常、LEDには波長が670nm程度のものを採用していることが多い。

光タイプのRFIDは、その他のタイプとは異なり電力伝送が難しいためにタグ側に電池を搭載する必要があり、小型の形状化には限界がある。しかし、数10cmの長距離交信、シャープな指向性、および数10kbp/sの高速交信を活かして、比較的周囲環境の良い家電機器、OA機器の製造工程等で利用されている。また、特に海外を中心とする半導体の前工程の製造工程では、表示機能も兼ね備えた光タイプのRFIDが数多く活用されている。

ただし、電磁誘導タイプ等で、今後、同等以上の長距離交信や高速交信が実現できるようになれば、光タイプの領域をカバーできるようになるのではないかとと思われる。特に、

タグ側の電池レス化や低価格化が可能な電磁誘導タイプは、光タイプのRFIDにとって脅威を感じる存在になることが予想される。

なお、図4に光タイプのRFIDの簡単な原理ブロック図を示す。

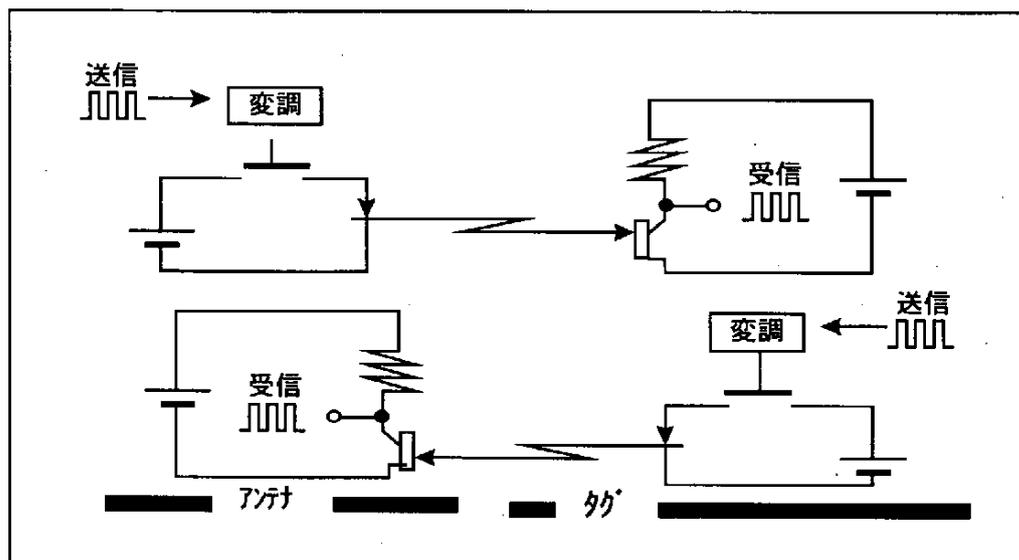


図4 光タイプの原理（概略ブロック図）

2.3 RFIDの特徴

2.1項で電磁結合タイプ、電磁誘導タイプ、マイクロ波タイプ、および光タイプの各RFIDシステムについて述べてきたが、本項ではこれらのタイプの主な特徴について述べることにする。また、RFIDと共に、バーコード、2次元シンボル、磁気カード、接触式ICカード、および非接触ICカード等についても同時に比較することにする。ここで言う非接触ICカードとは、原理的にRFIDと同じであるが形状的にISOで規定された $86 \times 54 \times 0.76 \text{ mm}$ というカードサイズのことを指し、一般的に「もの」の管理に使われるRFIDタグとあえて区別している。

図5に示すのは、交信距離とメモリサイズを切り口にした各タイプのマップである。磁気カードや接触式ICカードが、ほぼ接触した形でデータのやり取りをするのに対して、バーコード、2次元シンボル、非接触ICカード、あるいはRFIDタグは非接触でデータのやり取りが可能である点が大きな相違点である。また、数Kバイト以上のメモリサイズを有するものとして、2次元シンボル、接触式ICカード、非接触ICカード、RFIDタグが挙げられるが、2次元シンボルは現場での自由な書き換えという観点からみればバーコードと同じく“Read Only”というテリトリに含まれる。

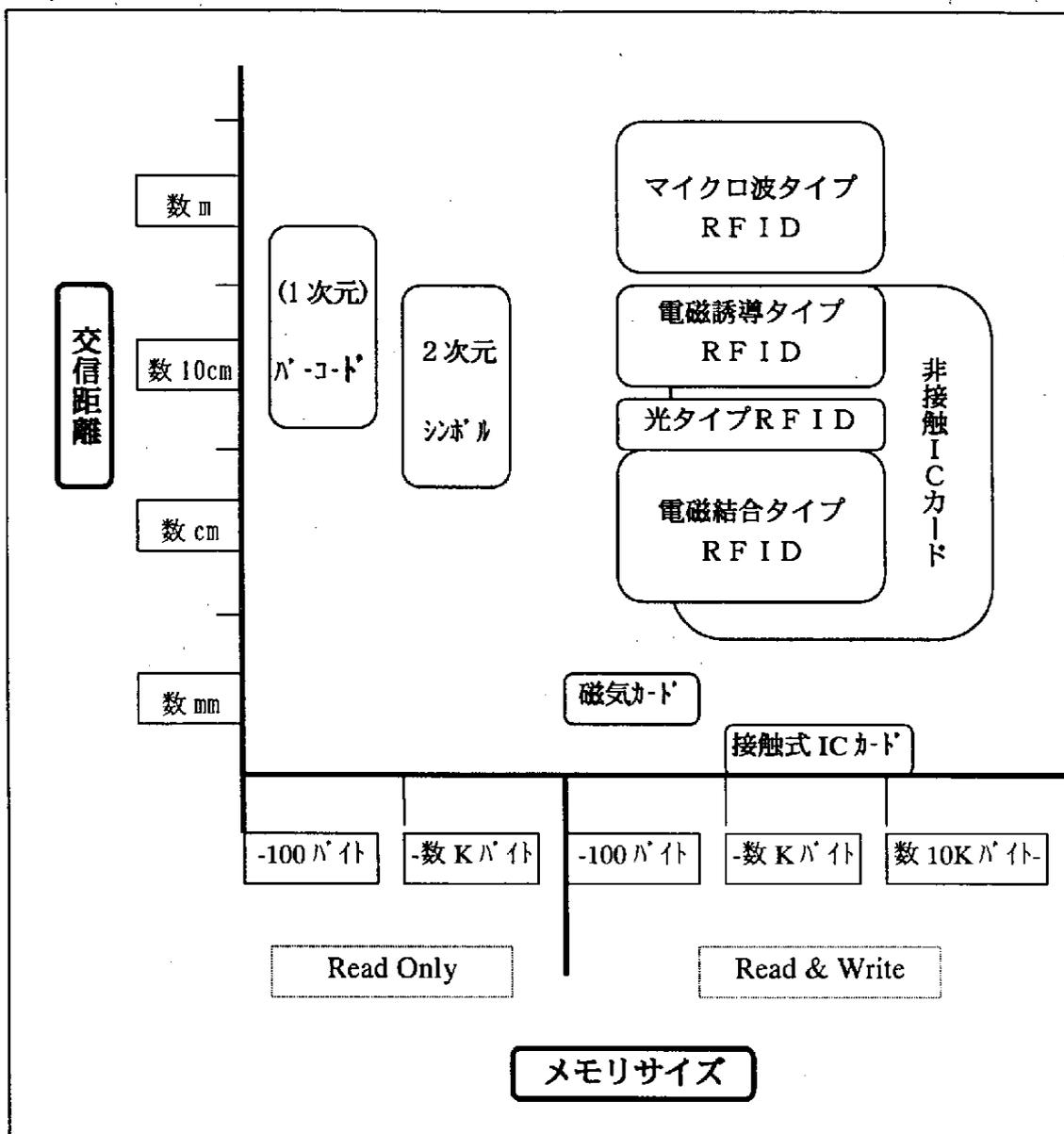


図5 交信距離とメモリサイズによる各タイプの位置付け

表1に各タイプのRFIDの特徴比較を示す。数字的な細かな仕様については、各メーカーによって異なるため、アプリケーションや使われ方をベースに一般的な特徴を表すことにした。なお、本比較表には、バーコード、2次元シンボルといった関連する機器も併せて表現した。

磁気カードは数10バイトのメモリサイズがあるが、書き換えという点では専用のエンコーダが必要となったり、読み出しについてもカードリーダーという形であるため、製造現

場等で自由にRead&Writeできる、という機器ではない。

また、カードリーダーはほぼ接触した形で使われるためにメカ的な要素も大きく、その点ではRFIDの方がはるかにメリットが大きい。しかし、価格的な魅力は高く、現在も銀行カードを初めとする様々なメンバーズカード、定期券、テレホンカード等といったコンシューマ向けの記憶媒体として数多く使われている。

| タイプ 項目 | RFID | | | | 参 考 | |
|------------------------------|----------------|-------------------------------|--------------|----------------|---------------------|---------------------|
| | 電磁結合 タイプ | 電磁誘導 タイプ | マイクロ波 タイプ | 光タイプ | (1次元) バーコード | 2次元 シンボル |
| 使用交信 周波数 | 400~530 kHz | 120~150 kHz & *13.56MHz | 2.45 GHz | 赤外線 (670nm) | — LED、レーザ | — レーザ、カメラ |
| 交信距離(原理 上の実力値) | △ ~150mm | ○(*○) ~700mm | ◎ ~5m | ○ ~300mm | ◎ ~数m | ○ ~数10cm |
| データの 書込み | ◎ | ◎(*◎) | ◎ | ◎ | △ (ラベラ、 プリンタ) | △ (ラベラ、 プリンタ) |
| 現場での 安定した交信 | ◎ | △(*○) | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 交信速度(データ 交信レート、処理 速度) | ○ | △(*○) | ◎ | ○ | ○ | △ |
| 交信の指向性 | △ | ×(*△) | ○ | ◎ | ◎ | ◎ |
| 交信時の反射/ 干渉問題 | ◎ | △(*◎) | × | ○ | ○ | △ |
| 耐電磁界 ノイズ性 | ◎ | △(*◎) | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| 耐光ノイズ性 | ◎ | ◎(*◎) | ◎ | △ | △ | △ |
| 耐水性/耐油性 (水分の影響) | ◎ | ◎(*◎) | △ | × | × | × |
| 耐薬品性(クレンジ ン、洗浄液等) | ◎ | ◎(*◎) | △ | × | × | × |
| 対汚れ | ◎ | ◎(*◎) | ○ | × | × | △ |
| ガラス・樹脂遮蔽 (プラスチック等の 透過) | ◎ | ◎(*◎) | ○ | × | × | × |
| リーダの 小型化 | ◎ | ○(*○) | × | ○ | △ | × |
| タグ、ラベルの 小型化 | ○ | ○(*◎) | △ | △ | × | ◎ |
| タグ、ラベルの 低価格対応力 | △ | ○(*○) | △ | × | ◎ | ○ |
| 国内電波法 ・規格対応 | ◎ | ○(*△) | △(○) | ◎ | ○ | ○ |
| 海外電波法 ・規格対応 | ○ | ◎(*◎) | ◎ | ◎ | ○ | ○ |

表1 RFID各タイプの特徴比較

接触式ICカードは、メモリサイズが大きい、あるいはセキュリティ機能が高い等の特徴があるが、基本的には「接触」というメカ構造が存在するために、特に耐環境性の点ではRFIDに比べて信頼性が低い。また、非接触ICカードについては、原理的にはRFIDと同様であり、本比較表に示した電磁誘導タイプの項とほぼ同じであると考えても差し支えない。ただし、構造的には薄型カード形状であるために耐環境性（特に堅牢性）という点ではRFIDに劣ると言える。

なお、表1の比較表で使用した記号は、◎：非常に優れている・課題がない、○：優れている・場合によっては課題が発生するが解決手段がある、△：使用可能・課題の解決は難しい、×：ほとんど使用できない、といった意味を表している。また、必要な項目には、コメントを付記した。

電磁誘導タイプについては、これまで主流となっている100kHz帯の交信周波数を使ったRFIDに加えて、ISO/IEC JTC1 SC31で検討している「もの」につけるRFIDタグの世界標準化における対象になっている13.56MHz帯を(*)で参考までに示した。13.56MHz帯のRFIDについては、特にタグ側の構造が非常に簡単になる。例えば、100kHz帯のRFIDの場合、コイルについては100ターン以上の巻数が必要であり、かつLC回路を構成するために比較的大容量のコンデンサが外付けが必要であったりするために価格的にも形状的にも制約を受け易いが、13.56MHz帯のタグではコイルについては数ターンの巻数でよく、コンデンサについてもIC上に搭載することが可能なため、低価格で、かつ小型化や薄型化が図れることが大きなメリットとなる。しかし、前述の通り、数10cmの交信距離を実現するものを使用するためには、日本の電波法では使用する側が構内無線局の開局申請をする必要がある。この点が欧米並みの電波法と同様に型式認定になれば、必ず今後の主流機種になると確信できる。

電波法についてももう少し述べると、マイクロ波タイプの欄で“△(○)”としたのは、構内無線局対応が“△”で、特定小電力対応が“○”という意味である。また、海外の電波法に関する情報はあまり一般的に話題にされないが、例えば米国ではFCC、欧州ではETSI等がある。また、海外の電波法での規制は厳しく、FCCでは認定機器でないものを米国に持ち込むことさえ禁止している。もしも、持ち込めたとしても生産工程で使用していることが発覚すれば、当然、その生産ラインは稼働禁止になり、併せて罰金や禁固という厳しい措置がとられる。日本企業でも海外における現地生産が盛んであるが、例えば米国で設備を構築する際に日本で構築した生産ライン、設備等をそのままコピーする場

合、もしもFCCの認定を受けていない機器を使用していた場合には米国への持ち込みができないので注意が必要である。なお、FCCには“準拠”という概念は存在せず、あくまで“認定”であるので各RFIDメーカーでFCCの機器認定を受けておかなければならないということも付記しておく。

第3章 RFIDの市場と標準化動向

3.1 RFIDの誕生

RFID（タグ）の歴史は、今から約20数年前の欧州に始まったと言われている。

当時、欧州では家畜一頭一頭を管理するために良い手段がないかを模索していた。現在でも、日本においては家畜の背中に飼い主の名前や家畜の名前を焼き印をしたりして一頭一頭を管理していることが多い。最近でこそ、家畜の鼻の形に個々の特徴があることを利用して管理していることもあるが、20数年前の欧州ですでにRFIDを利用していたというのは驚くべきことである。しかし、もう一つの背景には、日本と欧州との国土面積の違い、あるいは法律的な違いがあったこともRFIDの誕生を早めた理由であった可能性もある。

欧州で家畜を飼育する際には、恐らくその広大な放牧場でどこの家畜がどの場所にいるかどうかを識別するのは難しかったに違いない。また、場合によっては、国境を越えてしまうこともあったかもしれない。日本で行われているような家畜への焼き印等の風習がなければ家畜一頭一頭をどうやって識別するかは非常に難しい問題であり、プレート等を使ったとしても外れてしまう可能性がある。このような背景で登場したのがRFIDタグであろう。

最初に誕生したRFIDタグは、あるコードをあらかじめタグに書き込んであり、そのコードを読み取る“Read Only”タイプである。その形はネームプレート型やヒューズのような円柱型をしており、ヒューズ型の場合は外装がガラス管でできたものである。ヒューズ型の場合は、そのRFIDタグを特殊な注射器のようなもので家畜の体内に埋め込む形で使われる。日本では、法律で食肉用の家畜にこのようなタグを埋め込むことが禁止されているために実現は難しいが、欧州ならではの着眼点があったからこそ実現したものであろう。なお、最近、日本でもネームプレート型のRFIDタグを家畜に付けたり、ペットの管理用にガラス管タイプのRFIDタグを埋め込んだりすることが実際に行われている。

図6に動物管理用途に使用されるRFIDタグを示す。

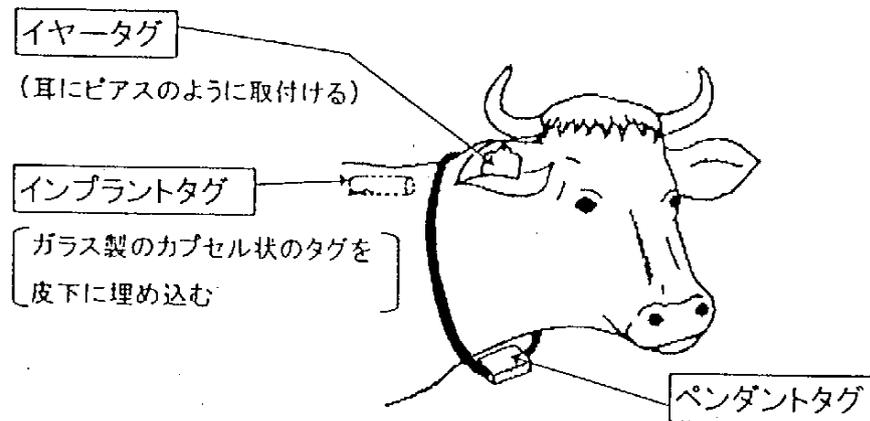


図6 動物管理用RFIDタグ

標準化という観点で言えば、動物管理用のRFIDタグは既にISOにて世界標準化が図られている。表2にその概要を示す。

| 規格 No. | 名称 | 概要 |
|---------------------------|-------------------|---|
| ISO 11784 (1996-08-15) | 動物用電子識別 コード体系 | データ容量:64ビット、動物コード、 国コード 他 |
| ISO 11785 (1996-10-15) | 動物用電子識別 -技術要件- | 交信周波数:134.2kHz、 変調方式:FDX/HDX、ビットレート等 |

表2 動物管理用RFIDタグのISO規格

3.2 日本におけるRFIDの歴史

欧州において動物管理用のRFIDタグが誕生してから約10年後の1986年頃から、日本におけるRFIDタグの活用が始まった。しかし、欧州で家畜の管理用途に初めてRFIDタグが採用されたのとは異なり、日本ではFA（ファクトリオートメーション）領域でのRFID活用が始まりである。

日本で初めてRFIDタグが使われたのは、工作機のマシニングセンタに使用される工具（ツール）の管理が目的であった。そのため、当時は工作機向けに使われるRFIDタグのことを総称して“ツールID”と表現していた。また、日本で誕生したRFIDタグは、欧州や米国での誕生ルーツとは異なり、“Read & Write（読み書き可能）”タイプが主流であった。さらに、工作機の工具管理用途のRFIDタグに求められた性能、

仕様は、アプリケーションの特徴やその使用環境の厳しさから、高度な耐ノイズ性、耐水性、耐薬品性、小型形状、および安定した交信性能であり、交信距離に対しては数mmという要求レベルであった。ワークを加工するために工具が毎分数万回転という高速回転をし、かつ加工時の発熱を防止するためにクーラントが非常に強い圧力でかかるような環境に取り付けられたRFIDタグは、その過酷な状況下においても高い信頼性をいかに発揮した。当時のRFIDタグは、工具管理という特殊なアプリケーションに最も適した方式から、“電磁結合タイプ（広義では、電磁誘導タイプ）”を採用したものであった。工作機によく使用され、かつ耐環境性という面で実績の高い近接センサの応用ともいえる電磁結合タイプのRFIDタグは、交信周波数に関しても近接センサと類似した400kHzから500kHzを採用していた。また、工具を管理するための情報としては、工具No.、工具名称、工具寸法、工具使用時間の他、メンテナンス後に必要となる各補正データ等であり、特に工具の使用時間や各補正データについては都度変化する情報であるために、RFIDタグには前述のように書き込み機能が必要とされた。また、1990年頃には、工具管理用のRFIDタグに関して標準化を図るために、そのサイズや形状等の規格化が日本工作機工業会を中心に検討された。例えば、BT#40のツールシャンクに取り付けられるRFIDタグのサイズは、 $\phi 8 \times 5$ 、BT#50のツールシャンクの場合には $\phi 12 \times 6$ 、ドライブキー溝に取り付けられる場合には $\phi 12 \times 6$ 、といった内容であった。写真1に工具管理用RFIDタグを示す。

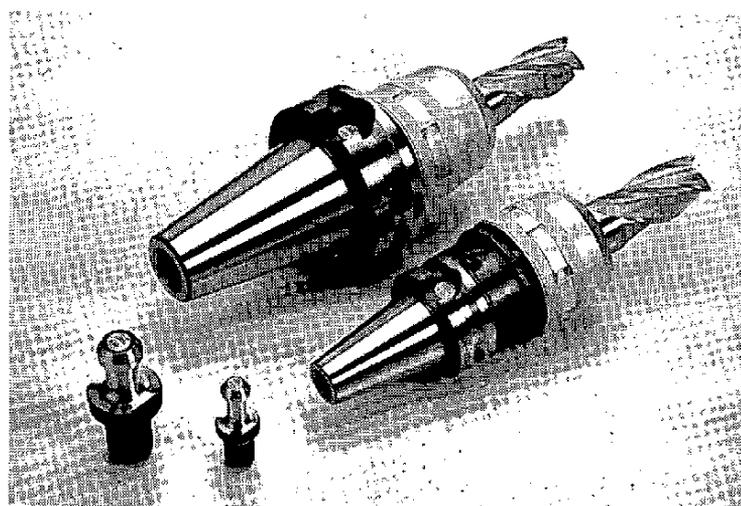


写真1 工具管理用RFIDタグ

マシニングセンタにおける工具管理用のRFIDの採用とほぼ同時期に、自動車業界でもエンジンの製造工程やトランスミッションの製造工程等へのRFIDタグの活用が始まった。エンジンやトランスミッションの工程では、ワークをパレット搬送していることが多かったため、当時のRFIDタグは“パレットID”とも言われた。パレットIDの場合には工具管理用のRFIDタグとは異なり、交信距離は数cm、データ容量は数kバイトが要求された。データ容量に数kバイトも要求された理由の一つには、検査情報を格納したいというニーズが大きかったことが挙げられる。データ容量の拡大と同時に、生産のタクトタイムを上げるために交信時間についてもできるだけ速くする必要があったためにメモリ素子としてはS-RAMを採用する必要があった。また、耐環境性としては工具管理用と同様に、耐水性、耐薬品性の他、耐ノイズ性等についても厳しい要求があったため、交信周波数は工具管理用途同様、近接センサと類似した400kHz～500kHzが使われた。なお、S-RAMをメモリ素子として採用したために、バックアップ用の電池を搭載する必要があり、多くのパレットIDは電池内蔵タイプであった。

自動車業界でパレットIDが採用されてから徐々に家電業界やOA機器業界等の自動車以外の各種生産工程でRFIDタグの活用が広まっていった。家電業界におけるテレビの組立工程やOA機器のPC（パーソナルコンピュータ）組立工程等が例として挙げられる。当時の製造業においては、自動車業界と同様に、大衆ニーズの多様化による多品種少量生産や変種変量生産をどう具現化するかが課題となっていた。特にCIM（Computer Integrated Manufacturing）、FMS（Flexible Manufacturing System）、あるいはPOP（Point of Production）という言葉が生まれたのも当時のことで、その実現のための一翼を担う画期的な商品としてRFIDタグが注目された。写真2は、パレットIDの例である。

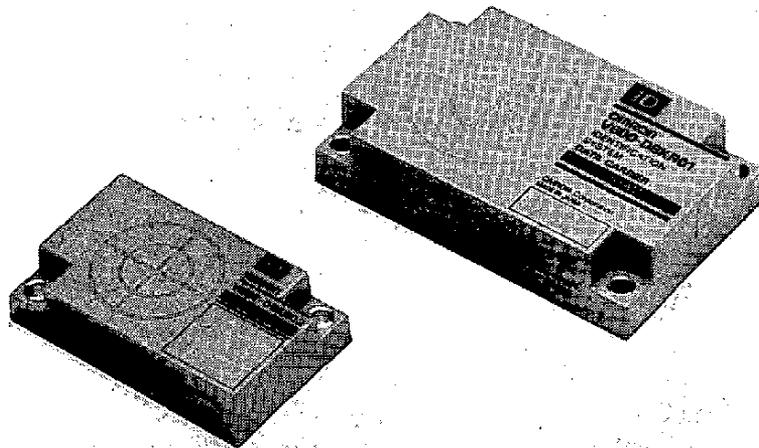


写真2 パレット用RFIDタグ

パレットIDが自動車業界のエンジンやトランスミッション製造工程で採用されたことを機に、自動車の車体組立・検査工程用のRFIDタグが登場した。自動車の車体組立・検査工程用のRFIDは、パレットIDとは異なり、数mの交信距離が求められた。車体をハンガで吊るして搬送したり、完成車体そのものを検査したりするために、エンジンやトランスミッション工程のようにパレットにRFIDタグを取り付けて数cmの位置決めをするということは難しいため、必然的に数mの交信距離が必要であった。

そこで登場したのが、交信媒体にマイクロ波を用いたRFIDタグである。マイクロ波タイプのRFIDは、だいたい1986、7年頃から採用され始めた。日本において認められている“マイクロ波タイプ”のRFIDは、交信周波数が2.45GHz帯のものである。なお、米国では、2.45GHzの他に900MHz帯等のRFIDも使用することが可能である。これは電波法の違いからくるものである。

日本の電波法では、300mWまでの出力が出せるRFIDを構内無線局扱いにして管理しており、現場では無線局の開局が必要である。しかし、出力が10mW以下で、かつ呼び出し符号を有しているものであれば、特定小電力扱いとなり無線局の開局は不要である。なお、いずれもRFIDメーカーが機器に対して型式認定（技術基準適合証明）をとる必要がある。マイクロ波タイプのRFIDは数mの交信が可能であるため、前述の自動車業界における車体組立工程等で数多く活用されているが、FA以外の領域でも駐車場における車両の管理、工事現場でのトロッキの運行管理、あるいはトラックスケール等で活用されている。なお、長距離交信の実現のために一般的にはRFIDタグに電池を内蔵していることが多い。一部には電池レスのものもあるが、マイクロ波本来の特長である長距離交信を同時に実現することは難しく1m以下の交信となっている。なお、写真3にマイクロ波タイプのRFIDの例を示す。

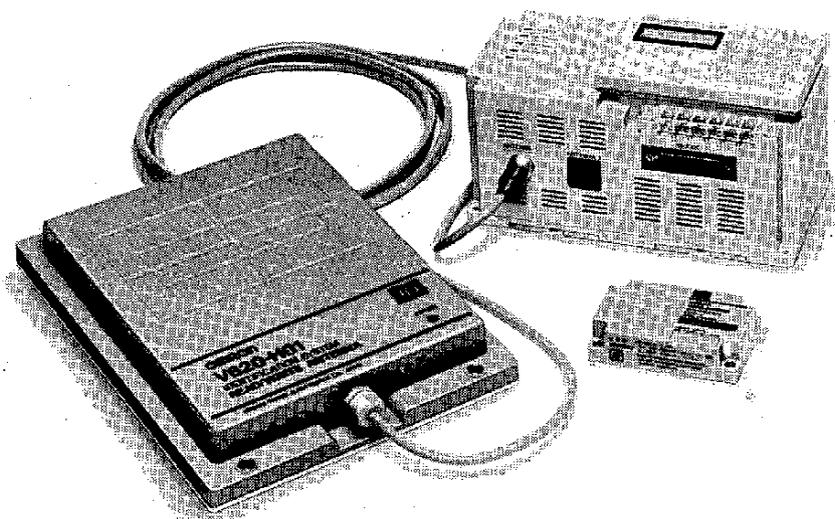


写真3 マイクロ波タイプのRFID

また、マイクロ波タイプのRFIDがISOにて標準化されているものに、フライトコンテナがある(表3参照)。フライトコンテナ用のRFIDは、交信周波数に850MHz~950MHz帯、あるいは2.4GHz~2.5GHz帯を使うことが規定されている。なお、日本の場合、850MHz~950MHz帯は電波法の関係で使用できない。この規格では、マイクロ波の特性を活かした13mという長距離交信を求めている。また、実際に格納するデータフォーマットやデータストラクチャ等も規定されている。

| 規格 No. | 名 称 | 概 要 |
|---------------------------|------------------|---|
| ISO 10374 (1991-10-01) | フライトコンテナ 自動認識 | 850-950MHz & 2.4-2.5GHz、 交信距離 13m etc. |

表3 フライトコンテナ用RFIDのISO規格

“電磁結合タイプ”や“マイクロ波タイプ”のRFIDタグの他にFA領域で使われているものに、“光タイプ”のタグがある。光タイプのタグは、光電センサの応用であり投光素子に発光ダイオード(LED)を、受光素子にフォトランジスタ(PT)やフォトダイオード(PD)を使い、データをのせた光のパルス信号を送って交信するタイプである。媒体に光を使っているために、環境の悪いところでは使いづらいという難点はあるが、数10cmの交信が可能で、かつ比較的交信速度が速いために、家電機器やOA機器の生産ラインで使われることが多い。なお、一部では半導体のウェハキャリア用途に活用され

ている。なお、タグには電池を内蔵しているために形状の小型化等は難しい。光タイプのIDが誕生したのは、約12、3年前であるが、価格や形状、あるいはメンテナンスという面の課題からか、市場の伸びはそれほど大きくないのが実情である。写真4は光タイプのIDの例である。

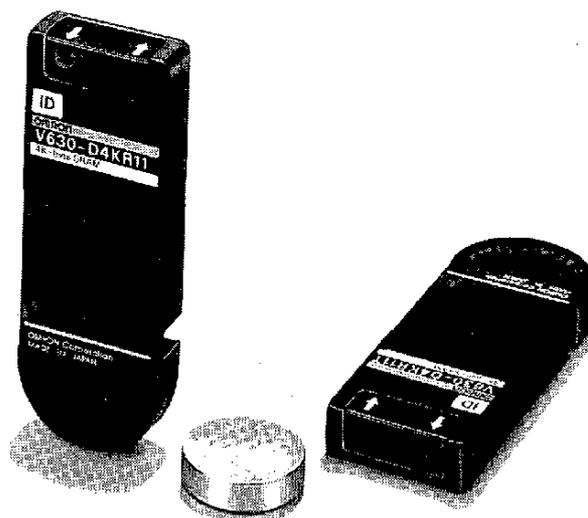


写真4 光タイプのID

1990年代になってFA領域以外で多く使われ始めたRFIDタグに、電磁誘導タイプが挙げられる。電磁誘導タイプのRFIDは、当初、海外で使われていた読み出し専用タイプ“Read only”が主流であった。電磁誘導タイプのRFIDタグは、交信周波数が125kHz～150kHzであり、マイクロ波タイプに次いで交信距離が長いことを特徴としている。その後、電磁誘導タイプにも書き換えが可能な“Read&Write”タイプが登場してきた。FA現場は、一般的に非常にノイズ環境が悪い（100kHz～150kHz帯のノイズが非常に多い）ため、電磁誘導タイプはどちらかといえばFA領域以外での活用が主流であった。例えば、スキー場や入退室ゲート管理等が主なアプリケーションであった。しかし、価格面で一般的に他のタイプよりも安価であったために、物流系を初めとする比較的タグが使われる数量の多いアプリケーション等でも採用されるようになった。最近では、マラソン等の着順管理やアミューズメント関連、あるいは自動車の盗難防止（イモビライザ）等にも応用されている。写真5に電磁誘導タイプのR

F I Dの例を示す。

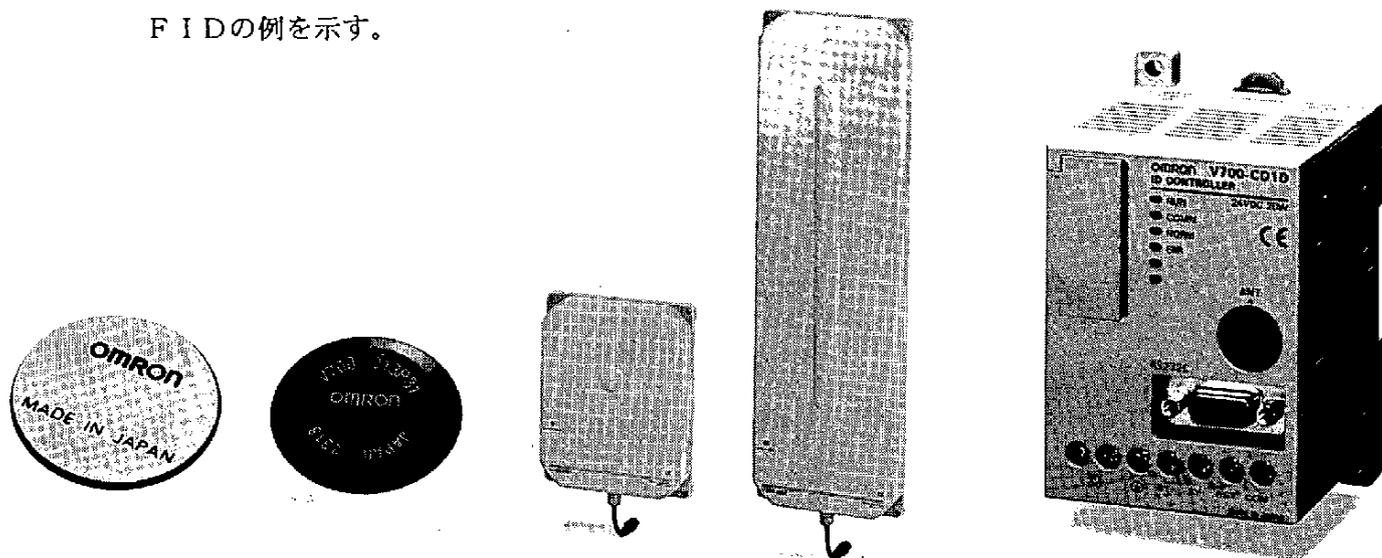


写真5 電磁誘導タイプのRFID

また、ここ数年の間で注目されてきているものに、交信周波数として13.56MHz帯を使ったRFIDが挙げられる。13.56MHz帯はISO/IEC JTC1 SC17で標準化が進んでいる非接触ICカードにも採用されている周波数帯である。もともと欧州で開発されたものであるが、日本でもテレホンカード、自動改札機、あるいは非接触ICカードといった分野で採用されてきている。欧州がこの分野で先行している理由には、社会インフラの違いと電波法の違いが最も大きな要因だと考えられる。日本でのICカードの普及率に比べて、欧州でのICカードの普及ははるかに早い。欧州では、公衆電話機用のICカードが数百円で購入できるのに対して、日本では主流は磁気カードである。また、接触式のICカードに対して非接触式のICカードは、リーダ側のメカ部分へのいたずら、あるいは接点がないために耐環境性にも優れる等のメリットが注目され、欧州では早くから開発が進められていた。また、電波法に関しても日本では微弱無線局のレベルでしか認められていなかった13.56MHz帯が欧州では早い時期からパワーが出せる(=長距離交信が可能)帯域として認められていた。簡単に言えば、日本ではほんの数cmの交信しかできないカードしか使えないのに対して、欧州では70cmレベルの交信が可能なカードが実現できる、といった違いである。しかし、日本でも徐々に規制緩和が進んでいるのは事実で1998年12月25日発行の官報で、ワイヤレスカードシステムについて空中線電力が1W以下まで認められたため、数10cmまでの交信が可能となった。ただし、欧米での運用とは多少異なり、1W以下のタイプは構内無線局と同様に無線局開

局が義務付けられている。

また、ISO/IEC JTC1 SC31では、「ものに付けるRFIDタグ」の世界標準化を進めており、この中でも13.56MHz帯は注目されている。13.56MHz帯を使うことで、RFIDタグとアンテナ間の通信速度の向上やRFIDタグの低価格化の実現可能性が高まり、流通／物流分野でのRFID採用の加速が図られるのではないかと大きな期待が寄せられているのは事実である。今後のSC31の活動が大いに期待される。

3.3 日本におけるRFIDタグの市場

日本におけるRFIDタグの市場規模は、1998年度で約48億円と予測されている。ここで言うRFIDタグの市場規模にはシステム関連の金額は含んでおらず、RFIDタグ、アンテナ、およびコントローラといったコンポーネントレベルの規模である。

また、1997年度から2000年度までの市場規模（推定）は、

- ・1997年度 —— 約37億円
- ・1998年度 —— 約48億円
- ・1999年度 —— 約66億円
- ・2000年度 —— 約107億円

であり、特に1999年度以降は、対前年度比160%以上の大きな伸びが期待されている。これだけ大きな伸びを示す背景には、ISO/IEC JTC1 SC31におけるRFIDタグの世界標準化が進むと予測されているためである。SC31の活動は、それだけ市場に対する大きなインパクトを持っていると考えるのも過言ではない。

（出所：ISO/IEC JTC1 SC31 WG4 1998/8 東京会議資料）

3.4 RFIDタグのタイプ別市場規模

第2章で述べたように、RFIDタグのタイプはその通信媒体や通信方式により

- (1) 電磁結合タイプ (Electromagnetic Coupling)
- (2) 電磁誘導タイプ (Electromagnetic Induction)
- (3) マイクロ波タイプ (Microwave)
- (4) 光タイプ (Optical)

の4タイプに大別できる。なお、電磁結合タイプは、広義の意味で電磁誘導タイプに含ま

れるとするのが一般的である。

現在、日本ではFA領域でのRFIDタグの採用が最も進んでおり、これらの各タイプの中では電磁結合タイプの市場が50%以上を占めていると推定される。

表4に日本におけるRFIDタグの各タイプ別の市場規模（推定）を示す。

（出所：ISO/IEC JTC1 SC31 WG4 1998/8 東京会議資料）

（単位：億円）

| 方式 | 年度 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|----------|----|------|------|------|------|
| 電磁結合タイプ | | 23.0 | 25.3 | 33.3 | 43.1 |
| 電磁誘導タイプ | | 4.9 | 11.9 | 24.2 | 40.0 |
| マイクロ波タイプ | | 6.2 | 8.0 | 9.9 | 20.2 |
| 光タイプ | | 2.9 | 3.1 | 3.5 | 4.2 |

表4 RFIDタグの各タイプ別市場規模（推定）

表4に示される通り、1997～1998年度の主流は電磁結合タイプのRFIDであり、その後も順調な市場の伸びを示している。しかし、1999年度以降には、特に電磁誘導タイプとマイクロ波タイプの市場規模の伸びが顕著になっている。その理由には、ISO/IEC JTC1 SC31におけるRFIDタグの世界標準化によって、特にFA領域以外の物流や流通等の分野でRFIDタグの採用が加速するのではないか、ということが挙げられる。現在、各航空会社をベースに実験が行われている航空手荷物用のRFIDタグやスーパーマーケット等における流通経路での活用、輸送用のコンテナやパレットにRFIDタグを取り付けた形での流通管理、あるいは郵便や荷物等を管理するためのRFIDタグ、といった様々なアプリケーションで本格的にRFIDタグが採用され始めることが予想される。

なお、表5に日本におけるRFIDタグのアプリケーション別の推定市場規模（1997年度）を示す。

（出所：ISO/IEC JTC1 SC31 WG4 1998/8 東京会議資料）

(単位：億円)

| アプリケーション | FA | 物流 | アミューズメント | パッキング | その他 |
|----------|-------|-------|----------|-------|------|
| 市場規模 | 23.5 | 5.7 | 4.1 | 1.8 | 1.8 |
| 比率 | 63.6% | 15.5% | 11.0% | 4.9% | 4.9% |

表5 RFIDタグのアプリケーション別市場規模(推定)(1997年度)

表5に示される通り、日本における現時点でのRFIDタグの採用分野は、圧倒的にFA領域であり、60%以上を占めている。これは、日本におけるRFIDの歴史がFA領域から始まったことに起因すると考えられる。しかし、電波法等の規制緩和を含むインフラ整備が進み、交信距離アップや交信速度アップ、機能アップ、あるいは低価格化が進むにつれて物流や流通分野を初めとする様々な領域への応用が活発化し、数年後にはFA領域以外でのRFID市場規模がFA領域での市場規模よりも大きくなることが予想される。

3.5 RFIDタグの標準化動向

RFIDの標準化はISO(国際標準化機構)のレベルで検討が進められている。ここでは、ISOとIEC(国際電気標準会議)の共通専門委員会であるJTC1(情報技術専門委員会)のSC31におけるRFIDの標準化動向をまとめる。

SC31はAIDC技術(自動識別およびデータ取得技術)を扱うサブコミッティーで、第1回総会は1996年6月にベルギーのブリュッセルで開かれた。1997年3月にスイスのチューリッヒで開かれた第2回総会で、RFIDに関するAd Hoc会議の設立が承認され、活動項目の枠組みの検討に入った。1997年8月、デンマーク・コペンハーゲンでのAd Hoc会議で、以下のTF(タスクフォース)の設立が提案された。

TF1 アプリケーション

Supply chain model(物流・商流)に関する文献を調査すると同時に、構造・データコンテンツを描いた一般的なモデルとしてまとめる。

TF2 シンタックス

関連した規格を調査し、実行可能なオプションをまとめる。

TF3 エアインタフェース

法規制、周波数、健康、安全、環境問題を考慮に入れた技術オプショ

ンの調査を行う。規格化が必要なパラメータを検討し、現存するアプリケーションから派生する問題点をまとめる。

TF4 ドキュメンテーション

RFIDに関する文書を、各国・各地域・国際団体から入手し、それらをまとめる。

1998年6月のJTC1仙台総会で、SC31の正式な4番目のWG（ワーキンググループ）として承認されたWG4は、同じ年の8月、東京で第1回の会議が開催され、活発な議論が始まった。タスクフォース活動は、3つのサブグループに再構成され、更に、アプリケーションの標準化を担当するグループの設立を決定した。1998年10月のオーストラリアのシドニーで開催された第4回総会で、以下のサブグループと、アプリケーションプロファイルをまとめるレポートが正式に承認された。それぞれのグループでの検討項目を以下にまとめる。

SG1 データシンタックス

- ・ASN. 1 (Abstract Syntax Notation One <ISO>) の適用性
- ・ISO15434で規定されたシンタックスの検討
- ・データセキュリティ、エラーコントロール、データ信頼性、伝送時間、コンパイラ、トランスレータ

SG2 固有ID

- ・シリアルナンバーの付与方法
- ・登録機関
- ・各種データ長

SG3 エアインタフェース

- ・周波数帯
- ・通信方式（同期、非同期）
- ・アンチコリジョン (Anti Collision)
- ・プロトコル (Tag talk first, Tag listen first)

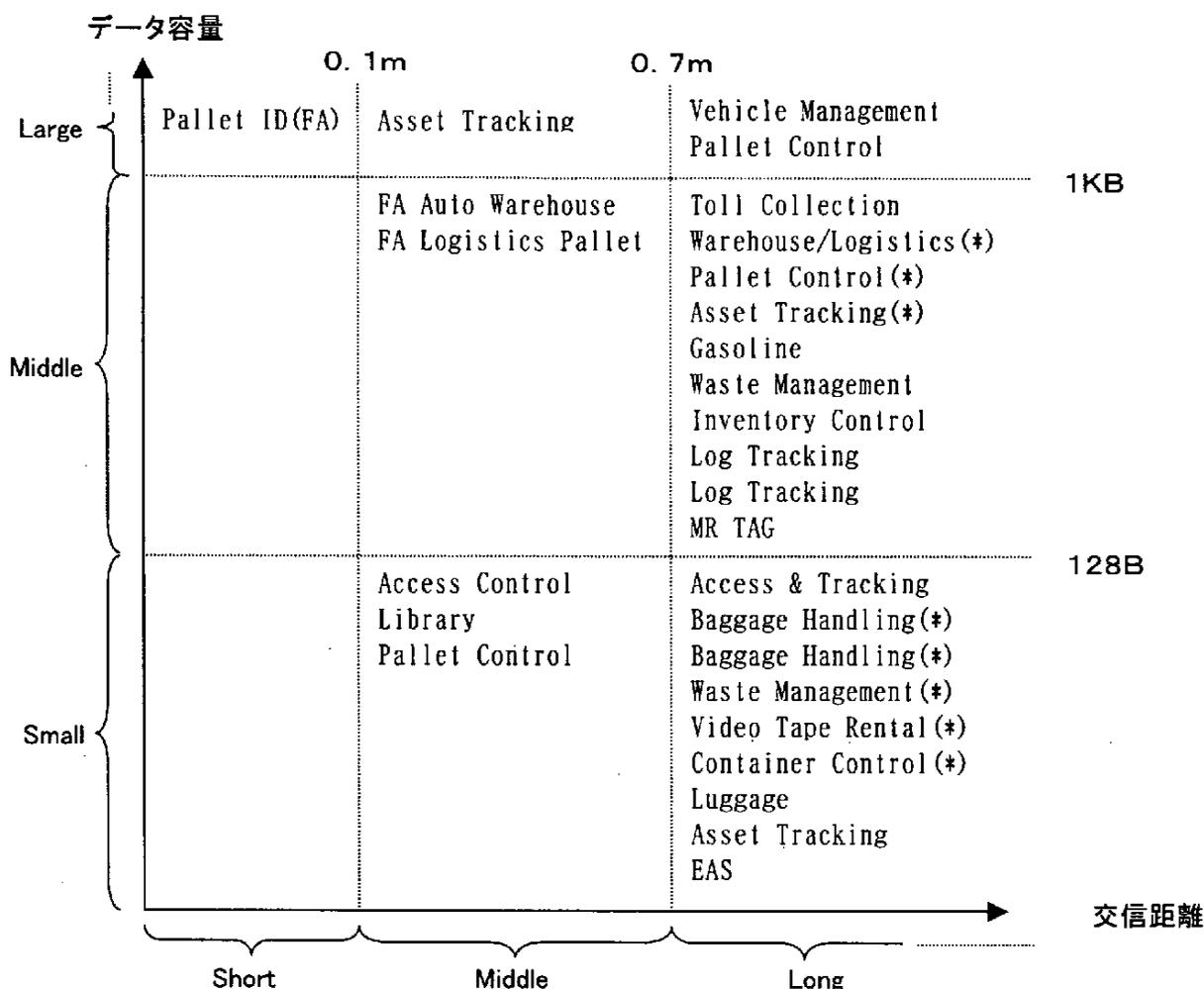
ARP (アプリケーション要求プロファイル)

データ容量、交信距離でアプリケーションを分類し (図7参照)、ARPと

して注力すべき7項目を抽出した。

- (1) Waste Management (廃棄物・ゴミ管理)
- (2) Asset Tracking (資産履歴管理)
- (3) Warehouse/Logistics (倉庫/ロジスティクス)
- (4) Pallet Control (パレット制御)
- (5) Baggage Handling (航空手荷物)
- (6) Video Tape Rental (ビデオレンタル)
- (7) Container Control (オリコン (通い箱) 管理)

上記の中で、日本から当初より提案していたオリコン (通い箱) をベースにしたアプリケーションの標準化を第一優先で進めることが1999年2月のアトランタ会議で合意された。



注1：同一用途で、異なるデータ容量、通信距離のものが存在する

注2：(*)は最初に注力すべきアプリケーションを示す

図7 データ容量、通信距離によるアプリケーションの分類

SC31/WG4は、RFIDタグを対象としているが、先行して規格制定が進んでいる非接触ICカードの規格内容と衝突をおこさないように配慮しつつ、RFIDタグ特有の条件を考慮しつつ標準化規格内容を検討している。

具体的な対象周波数として、135kHz以下、13.56MHz、2.45GHz、5.8GHzを選定し、エアインタフェース等の検討が進められている。

ただ、エアインタフェース等の検討にあたって、具体的な利用シーンが特定できないといった課題も大きく、アプリケーション(ARP)グループによる、RFIDタグへの要求

仕様の確定作業が先行することが求められている。

1999年2月のアトランタ会議で、RFIDタグの主要なアプリケーションが抽出され、タグのメモリサイズと通信距離による分類もなされた。4月のフランスでの会議では、ARPグループからテクニカルレポートとして、より具体的な要求仕様等の検討結果が示される。これにより、エアインタフェース関連の規格検討が一段と促進すると考えられる。

データシンタックス、固有IDの検討は、WG2とのジョイントで検討が進んでおり、表7に記載のスケジュールで順調に標準化検討が進んでいる。

最後に、WG4の標準化検討項目と進捗状況を表6と表7にまとめる。

| 項目 | プロジェクト 番号 | 作業原案 (WD) | 委員会原案 (CD) | 最終委員会 原案(FCD) |
|--|--------------|--------------|---------------|------------------|
| Radio Frequency Identification for Item Management - Application Requirement Profiles | NP 18001 | 1999年1月 | —— | —— |
| Radio Frequency Identification for Item Management - Air Interface Part 1 - Generic Parameters for Air Interface Communications for Globally Accepted Frequencies Part 2 - Parameters for Air Interface Communications below 135KHz. Part 3 - Parameters for Air Interface Communications at 13.56MHz. Part 4 - Parameters for Air Interface Communications at 2.45GHz. Part 5 - Parameters for Air Interface Communications at 5.8GHz. | NP 18000 | 1999年12月 | —— | —— |
| Data Notation | NP 15962 | 1999年12月 | 2000年5月 | —— |

表6 WG4の標準化検討項目と進捗状況(1)

WG2（データストラクチャ）とのジョイントテーマは以下の3テーマである。

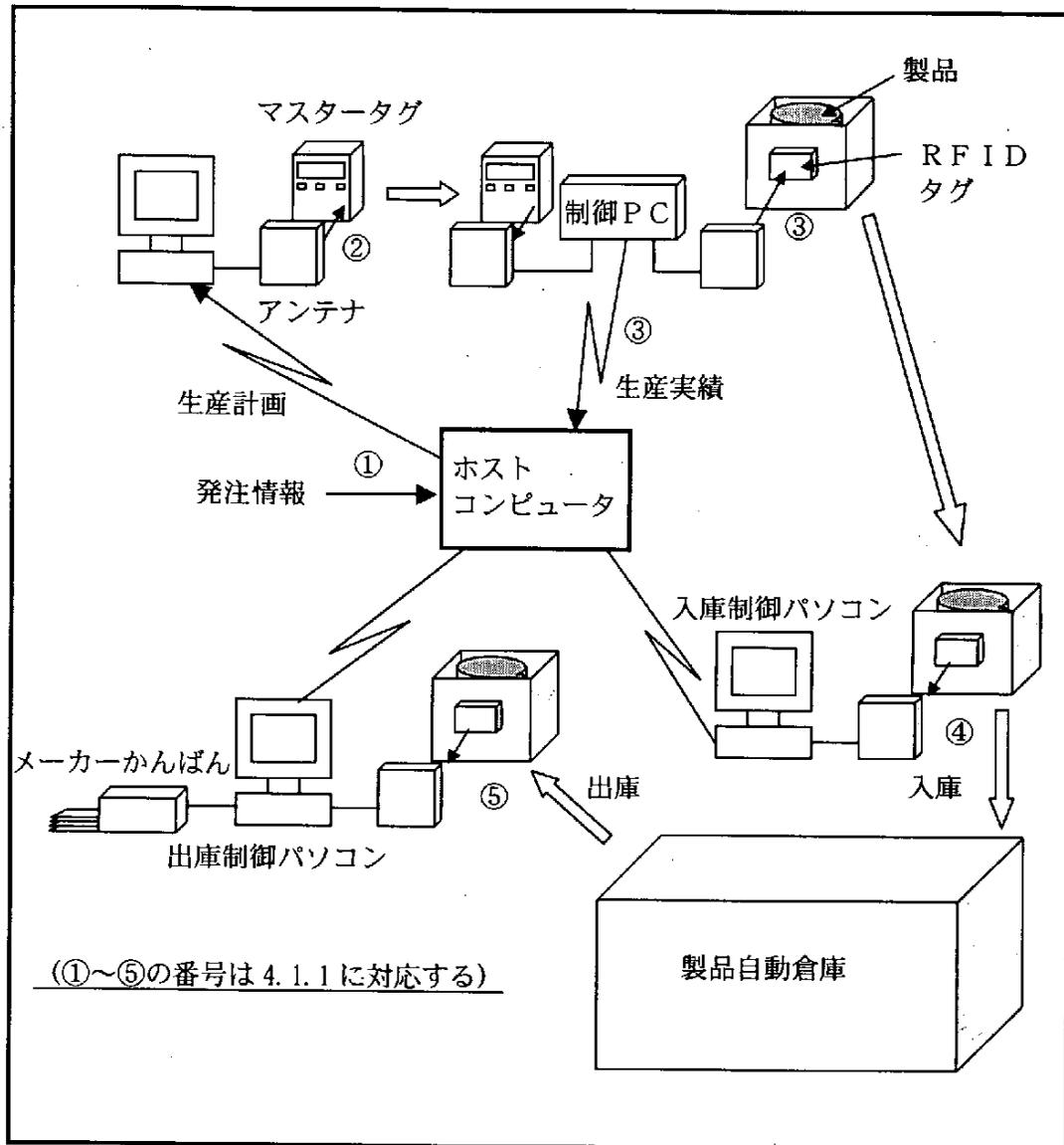
| 項目 | プロジェクト 番号 | 作業原案 (WD) | 委員会原案 (CD) | 最終委員会 原案(FCD) |
|--|--------------|--------------|---------------|------------------|
| Radio Frequency Identification for Item Management - Air Interface Application Requirements /Transaction Message Profiles | NP 15960 | 1999年3月 | —— | —— |
| Unique Identification of RF Tag and Registration Authority to Manage the Uniqueness | NP 15963 | 1999年3月 | 1999年12月 | 2000年4月 |
| Radio Frequency Identification for Item Management - Data Objects | NP 15961 | —— | —— | —— |

表7 WG4の標準化検討項目と進捗状況(2)

第4章 RFIDを利用したシステム事例

4.1 生産管理システム

「生産管理システム」でのRFID活用イメージ図



4.1.1 システム概要

自動車部品メーカーにおける、カーヒータ用ブロウユニット製造ラインでのRFID活用事例。業務フローの概要は以下の通りである。

- ①納入先の発注情報を元に生産計画を立てる
- ②生産計画に基づき、これから生産する製品の品番情報をマスタータグ（表示付きのRFIDタグ）に書き込む
- ③組み付けラインを流れてきた製品は搬送用の箱に入れられる。その箱に付いているRFIDタグに、マスタータグの情報を書き込むと同時に、生産実績として計上する
- ④製品は一旦、自動倉庫に保管されるが、入庫時に読み取ったRFIDタグ情報を元に在庫管理、ロケーション管理を行う
- ⑤製品出庫時にはRFIDタグと、メーカーかんばんの品番情報を照合し、正しい製品が出庫されたことを確認する

4.1.2 RFIDの種類

本システムで使用しているRFIDは以下の通り。

- ① 種類：2.45GHz帯（準マイクロ波帯）
電波法上の分類：特定小電力規格
- ② タグの形状：88×56×6（mm）
- ③ データ量：IDコード部8桁（固定）+データ部40バイト
- ④ 無線交信速度：38.4kbps
- ⑤ データアクセス方式：リード/ライト
- ⑥ 通信距離：最大5m

4.1.3 システムの特徴

（1）導入効果

従来使用していた製品リサイクルかんばんをRFIDタグに置きかえることにより、以下の効果を上げることができた。

- ① かんばんの仕分け・返却（運搬）作業の廃止
波及効果として、
- ② リアルタイムな生産実績の自動計上

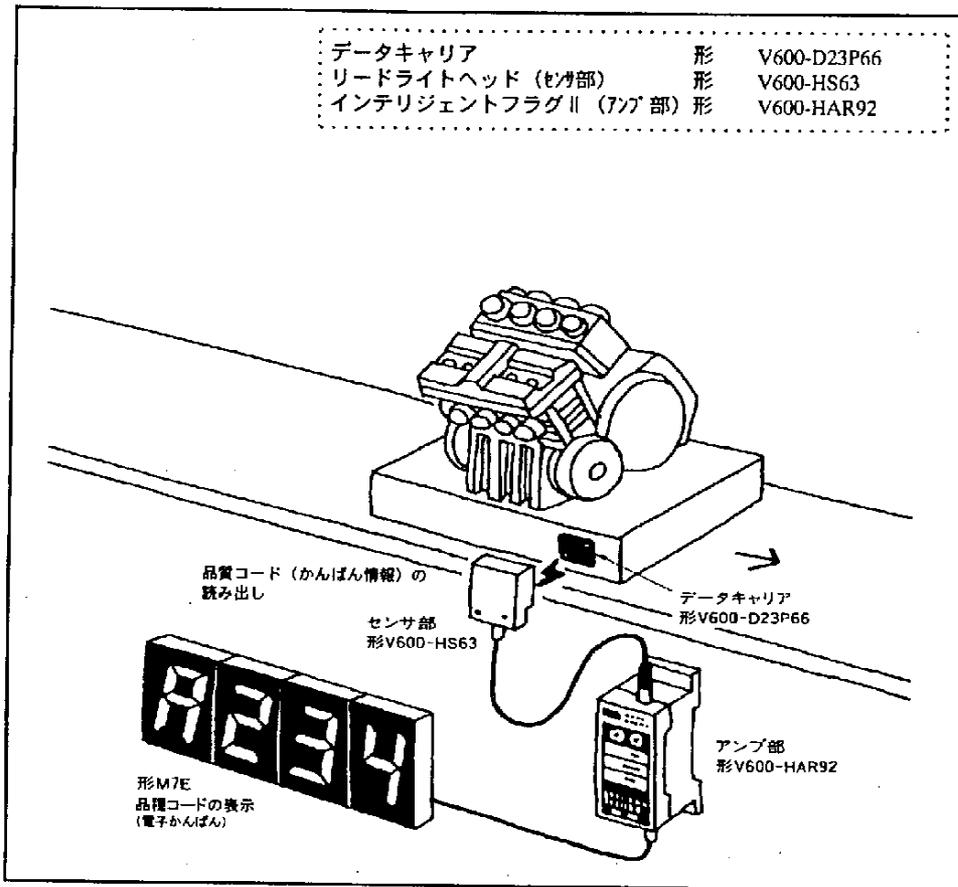
- ③ タグ情報を利用した自動倉庫への入庫管理
- ④ 迅速で効率的な出庫管理の実現

(2) まとめ

92年に導入後、特に問題は出ていない。書き換え可能な情報媒体を繰り返し用途（製品搬送箱の識別）に活用した事例である。JTC1 SC31 WG4のアプリケーション要求プロファイルのラポータグループでも、この用途を第一優先で標準化することが合意されており、RFIDのメリットを生かすことができるアプリケーションであるといえる。

4.2 自動車エンジン加工

「かんばん」方式の電子化イメージ図



4.2.1 システム概要

自動車のエンジン等の加工工程では、電磁結合タイプのRFIDが一般的に使用されている。その背景には、耐ノイズ性に優れ、信頼性が高いことが挙げられる。

エンジン等の加工工程では、「かんばん方式」が採用されているが、鉄板にあるパターンで穴を数個開けて、その穴の有無を近接センサで検知し、“ON-OFF”出力のパターンで機種を判別したりするメカフラグが多用されていた。しかし、メカフラグは、その機械的な構造により近接センサと穴の位置との軸ズレによる誤動作や機械的なトラブル等の課題を抱えていた。そこで登場したのがRFIDを活用した「インテリジェントフラグ」というものである。これは、通常のRFIDシステムを応用した機器であるが、コントローラ側に複雑なプログラムを必要とせず、近接センサと鉄板で行っていたメカフラグの仕組みと同じような感覚で使用できるものである。

4.2.2 RFIDの種類

本システムで使用しているRFIDは以下の通り。

- ① 種類：530kHz（電磁結合方式）
- ② タグの形状：34×34×3.5mm
- ③ データ量：254バイト
- ④ 通信距離：最大10cm

4.2.3 システムの特徴

RFIDタグ（データキャリア）には数100バイトのメモリを搭載しているが、その中の1～2バイト、つまり8～16ビットを使って鉄板の穴が開いている、開いていないをビットの“0”、“1”の置き換えていたものである。それ以外のメモリ部には、生産工程に必要な情報をASCII等で入力しておけばよい。例えば、製造型式、製造No.、ロットNo.等を書き込んでおき、それらの情報に加えて各生産工程で必要になる品種のパターン情報をインテリジェントフラグ用書き込んでおけば、ホストコンピュータとの煩雑な通信をしなくても、その工程だけで機種判別等が可能になる。また、「ものと情報との一元化」を図ることでトラッキング制御方式で発生するような製品と情報との不一致等が発生しにくくなるのが大きなメリットである。

自動車のエンジン加工工程は、油やクーラントがかかる悪環境であるが、RFIDタグは非接触で交信可能であり、かつ汚れ等の影響を受けないことが特徴であり、そのメリットを十分に発揮できるアプリケーションの一つである。

なお、参考までに「インテリジェントフラグシリーズ」の写真を以下に示す。

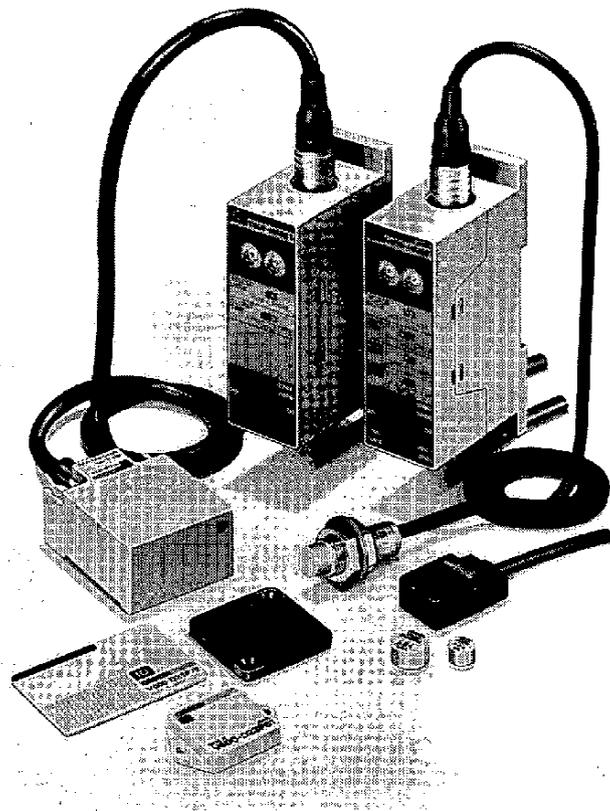
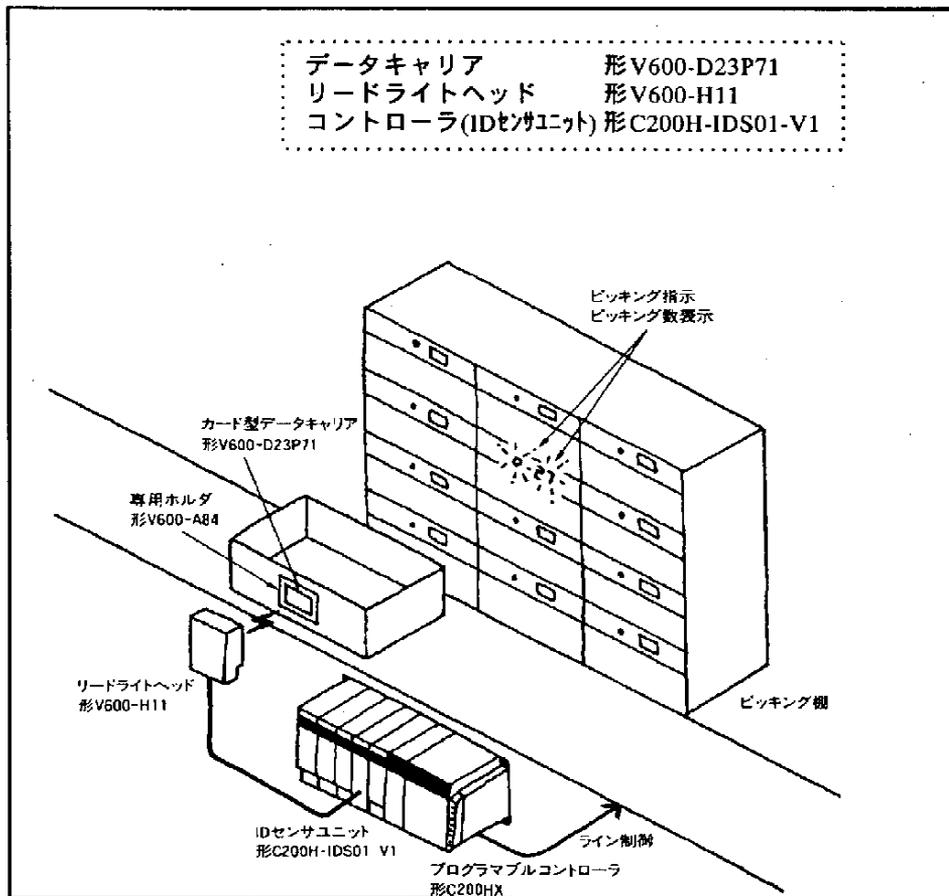


写真6 インテリジェントフラグ（提供：オムロン）

4.3 OA機器組立

「ピッキング工程」でのRFIDの活用イメージ図



4.3.1 システム概要

OA機器組立工程のうち、ピッキング工程におけるRFIDの活用事例である。

RFIDタグ（データキャリア）をあらかじめ部品搬送用のパレットに取り付ける。取り付けにあたっては、専用のRFIDタグ用のホルダをパレットに超音波溶着しておき、そのホルダにRFIDタグをはめ込む形である。

次に、RFIDタグにピッキングする部品情報を書き込んでおく。書き込む情報としては、パレットNo.、部品名称、部品No.、ピッキング個数等である。

部品ピッキングステーションにパレットが来た際に、そのRFIDタグに格納されている情報を読み出す。また、読み出した内容を現場で表示器等を活用して表示させることで、作業者が目視でも内容を確認できるため、ピッキングミス未然に防止することが可能になり、同時に作業性の向上を図ることができる。

4.3.2 RFIDの種類

本システムで使用しているRFIDは以下の通り。

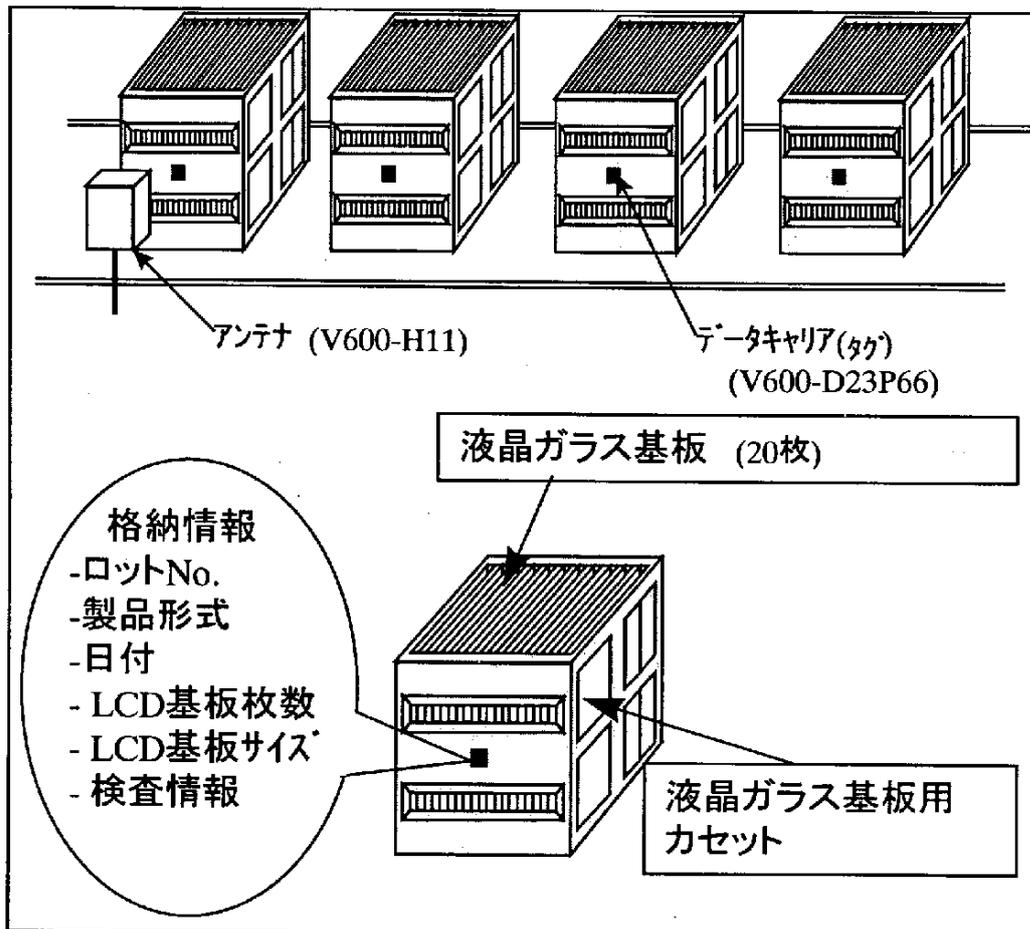
- ① 種類：530kHz（電磁結合方式）
- ② タグの形状：86×54×1.5mm（長薄カード型）
- ③ データ量：254バイト
- ④ 通信距離：最大10cm

4.3.3 システムの特徴

RFIDを活用する前は、パレットにピッキングする部品や数量リストが入っており、そのリストを人が見ながらピッキングをするといった形態であったが、RFIDの導入により前述のように人為的なミスが無くなり、作業の大幅な効率化を図ることができた。

4.4 液晶製造

「基板カセット管理」でのRFIDの活用イメージ図



4.4.1 システムの概要

液晶製造工程で使用するガラス基板約20枚を収納した専用カセットにRFIDタグを取り付け、そのIDタグには製造する液晶基板のロットNo.、製品No.、日付、基板枚数、基板のサイズ、工程完了情報、および検査情報等を格納する。

各製造工程でこれらの情報を読み出した後に、この情報に基づく加工を行うと共にその工程が完了したというフラグを書き込む。

また、検査工程ではIDタグに検査結果を書き込み、最終工程でその結果を読み出す。ただし、RFIDタグに格納される検査情報は、“OK”、“NG”のレベルであり、詳細情報はホスト側に送られる。これは、RFIDタグのメモリサイズの制約によるものである。

4.4.2 RFIDの種類

本システムで使用しているRFIDは以下の通り。

- ① 種類：530kHz（電磁結合方式）
- ② タグの形状：34×34×3.5mm
- ③ データ量：254バイト
- ④ 通信距離：最大10cm

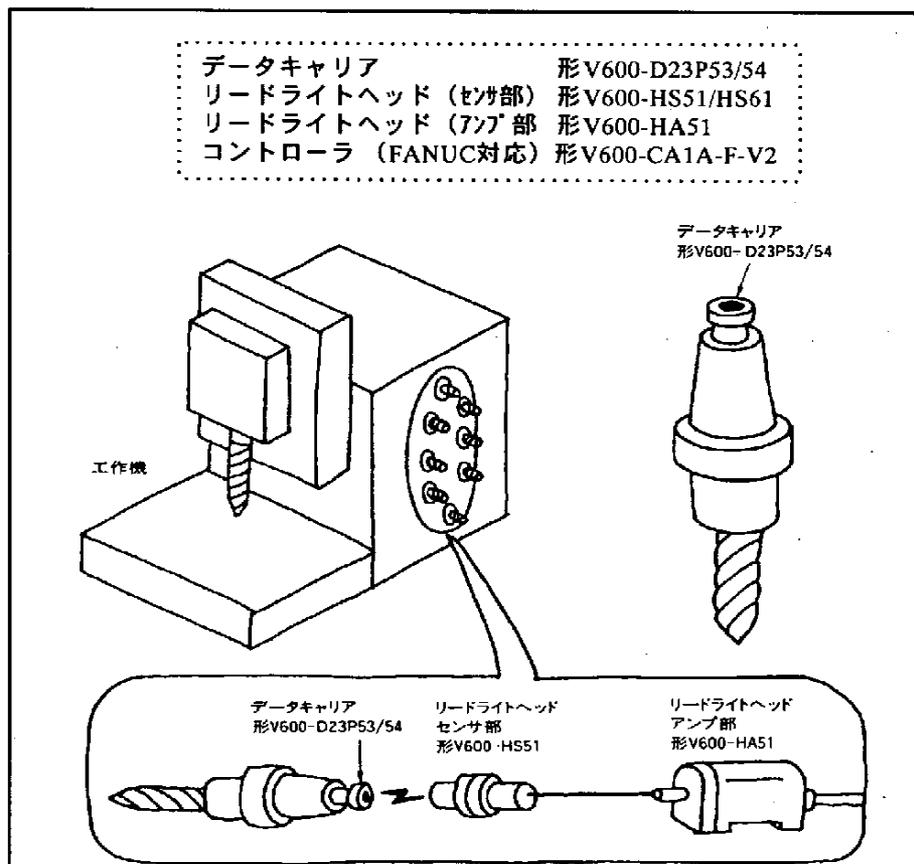
4.4.3 システムの特徴

バーコードによる同様の管理も可能であるが、バーコードの場合にはあらかじめ書かれた情報をベースに各工程でホストと照合しながら工程を進めていくのが一般的である。そのため、万一、ホスト側やホストとの通信路に以上が発生した場合には、オフラインでの作業が非常に難しくなり場合によっては、完全にラインがストップしてしまうこともある。

RFIDタグに格納する情報のうち工程完了情報は、正規のラインから外れた場合にどの工程まで完了しているかがすぐに認識できるため非常に有効な管理情報である。

4.5 工作機のマシニングセンタ

「工具（ツール）管理」でのRFIDの活用イメージ図



4.5.1 システムの概要

工作機業界における代表的なRFIDのアプリケーションとして、マシニングセンタにおける工具（ツール）管理が挙げられる。マシニングセンタのATC（Auto Tool Changer）を実現する手段として、RFIDは最も有効なツールである。

マシニングセンタの各工具にRFIDタグを埋め込む。実際には、ツールシャンクのドライブキー溝やプルスタッド、プルボルトに穴を開けて埋め込むのが一般的である。RFIDタグの大きさはツールシャンクの種類によって異なるが、プルスタッドがBT#40の場合には、 $\phi 8 \times 5 \text{ mm}$ 、BT#50の場合には、 $\phi 12 \times 6 \text{ mm}$ 等となっている。また、ツールシャンクのドライブキー溝に埋め込む場合には、 $\phi 12 \times 6 \text{ mm}$ が一般的である。

RFIDタグに格納される情報は、ツールNo.、名称のほか、ツールの使用時間（寿命管理用）、長さ、サイズ等である。また、これ以外にも各種の補正データも入っている。

これは、ある時間使用したツールを再研磨した場合、ツールの長さが変わってしまうためにマシニングセンタに取り付けた際の原点位置が違ってくことを補正するデータ等である。

なお、マシニングセンタ以外でもホブ盤用のツールにRFIDを取り付けたり、APC (Auto Pallet Changer) 用にパレットIDが取り付けられることも多い。

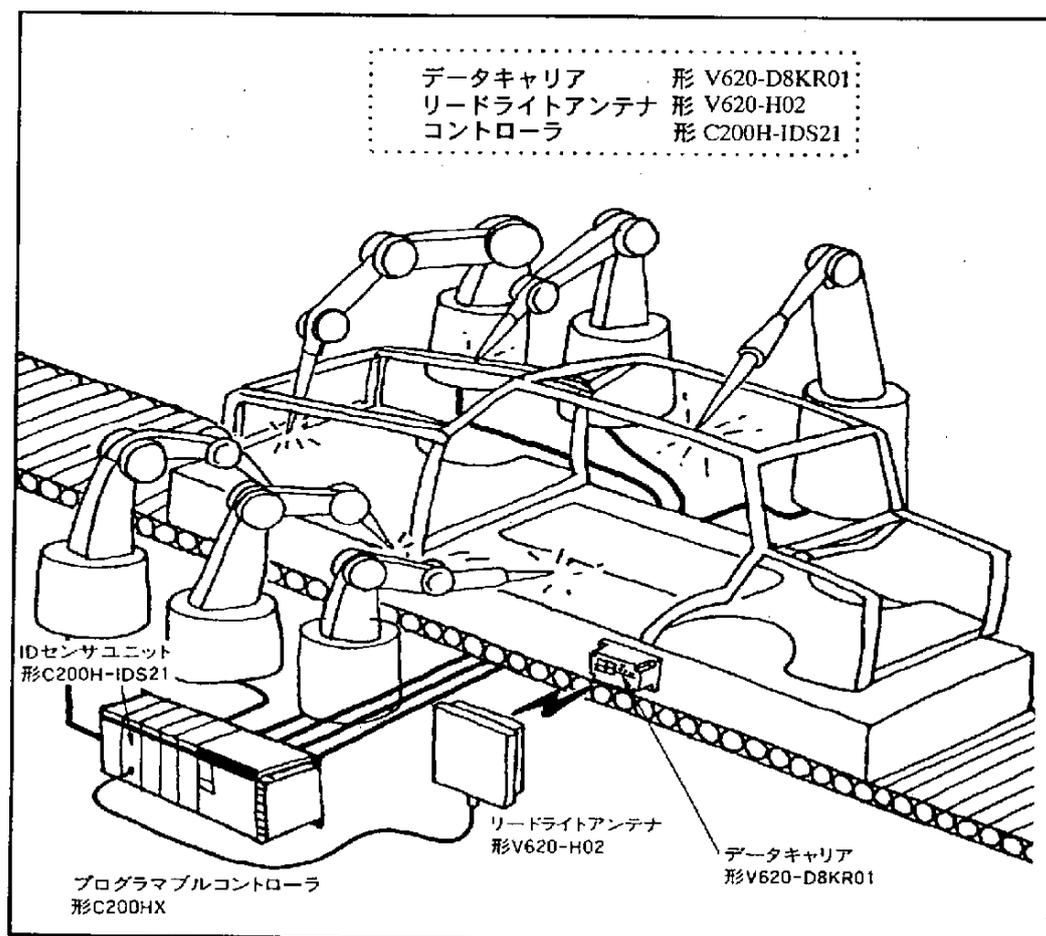
4.5.2 RFIDの種類

本システムで使用しているRFIDは以下の通り。

- ① 種類：530 kHz (電磁結合方式)
- ② タグの形状： $\phi 8 \times 5$ mm、 $\phi 12 \times 6$ mm
- ③ データ量：254バイト
- ④ 通信距離：最大10 cm

4.6 自動車の車体加工

「溶接工程」でのRFIDの活用イメージ図



4.6.1 システムの概要

自動車の車体加工工程の代表例に溶接工程が挙げられる。溶接工程で使われるRFIDタグは、通常マイクロ波タイプであるが、最近では電磁結合タイプも使われ始めている。

RFIDタグを台車等に取り付けた後、ロットNo.、車体コード、溶接箇所情報、溶接ロボットのプログラム情報等を書き込むことが多く、RFIDタグには数Kバイトのメモリサイズが求められることも珍しくない。

そして、溶接工程でこれらの情報をIDタグから読み出し、その情報を元に溶接ロボットで加工する仕組みである。

溶接工程は、環境が非常に悪い場合が多く、溶接機から出るノイズの他、スパッタ等も非常に多い。そのため、RFIDタグには、優れた耐ノイズ性や堅牢な構造が要求される。

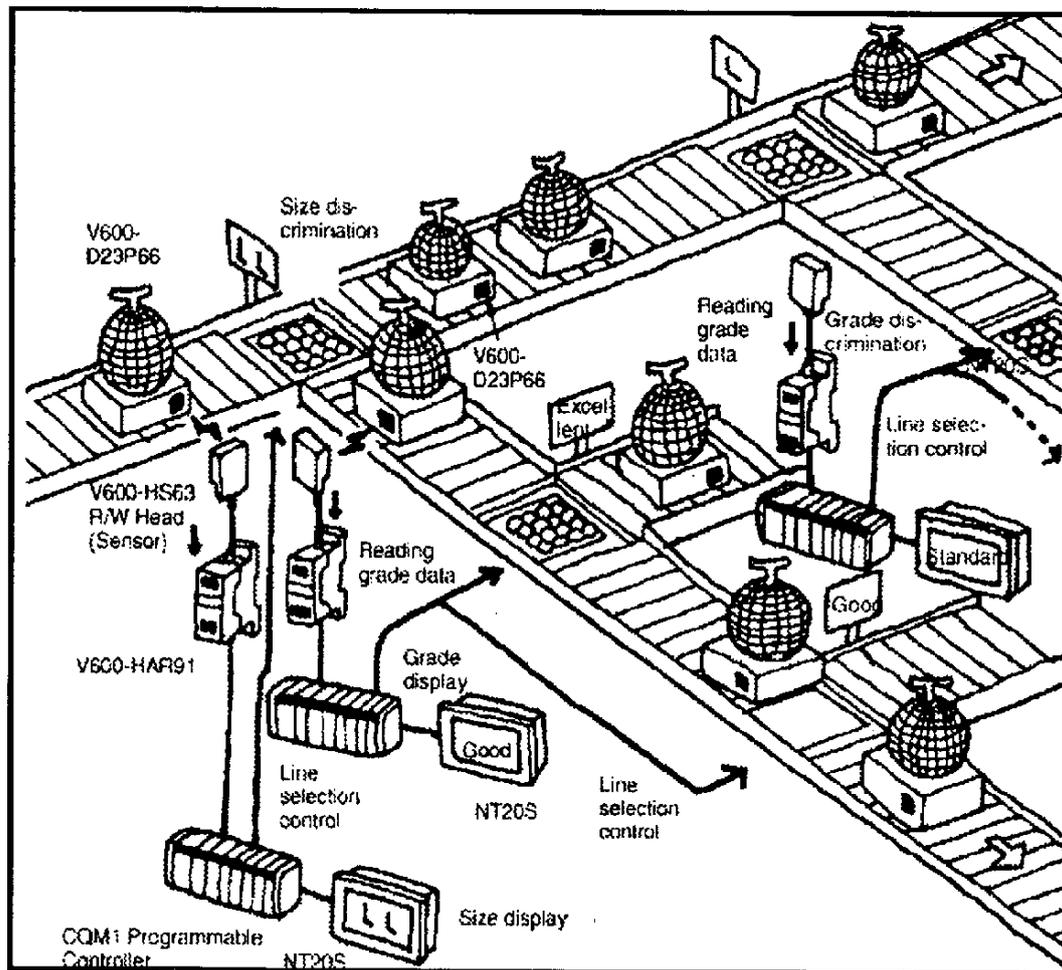
4.6.2 RFIDの種類

本システムで使用しているRFIDは以下の通り。

- ① 種類：2.45GHz（マイクロ波方式）
- ② タグの形状：86×54×23.5mm（リチウム電池内蔵）
- ③ データ量：8kバイト
- ④ 通信距離：最大2m
- ⑤ 構内無線局扱い

4.7 農業関連

「選果工程」でのRFIDの活用イメージ図



4.7.1 システムの概要

RFIDタグと農業関連とは結びつきにくいかもしれないが、現在の農業における仕分け、検査ラインはFA工場と同じようなシステムとなっている。ここで紹介する果物等の選果工程のアプリケーションもその代表的な例である。

果物等の選果工程では、センサ等を使ったメカフラグでの仕分けが主流であったが、最近、RFIDタグを活用することが増えてきている。

まず、特殊な選果用パレットにRFIDタグを取り付けておき、各検査工程での検査結果（サイズ、外観、糖度等）をRFIDタグに書き込む。その情報に基づいて等級分けをするような仕分け工程でRFIDタグに格納された情報を読み出し、自動的に仕分けをするのである。

今後は、更なる高速仕分けの要望が高く、RFIDの通信速度の高速化が期待されている。

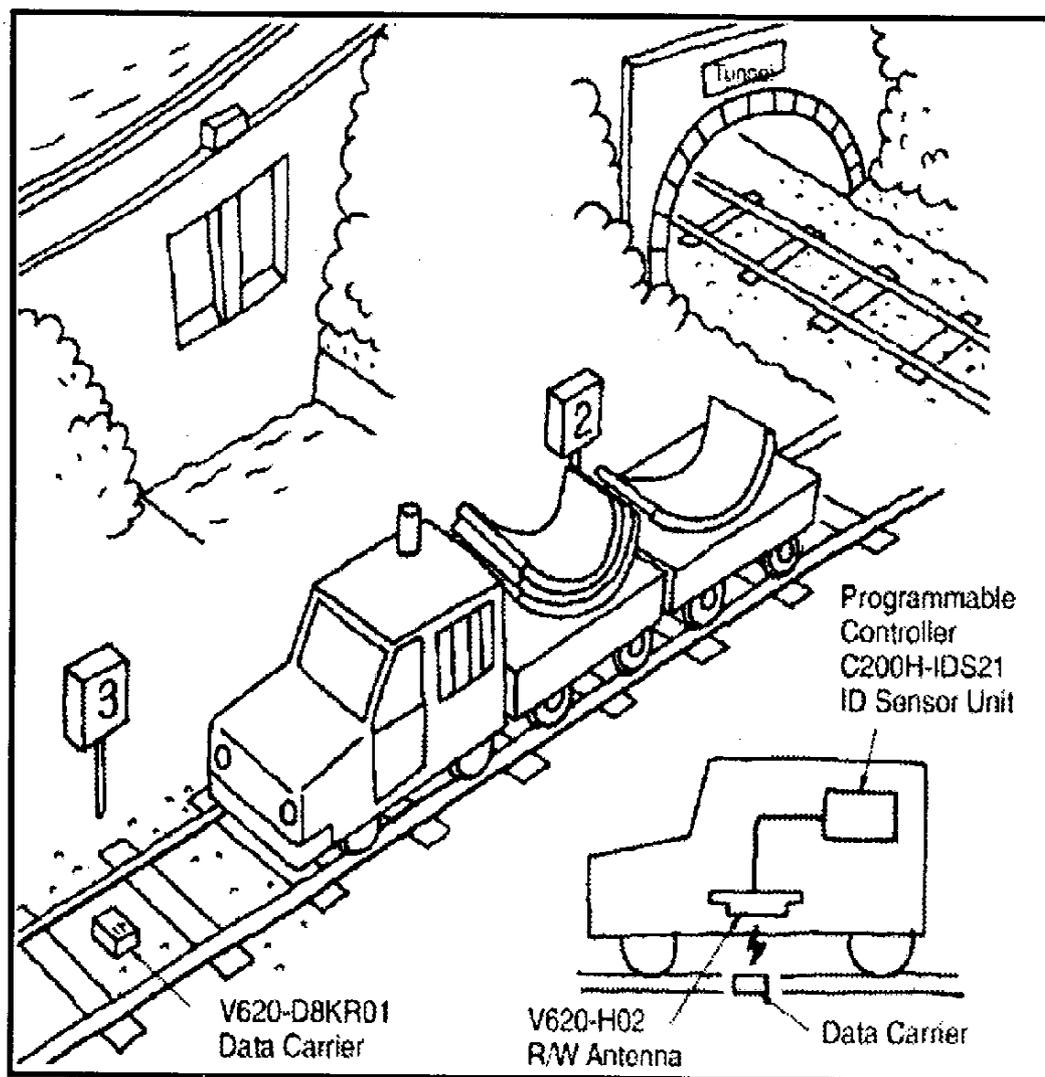
4.7.2 RFIDの種類

本システムで使用しているRFIDは以下の通り。

- ① 種類：530kHz（電磁結合方式）
- ② タグの形状：34×34×3.5mm
- ③ データ量：254バイト
- ④ 通信距離：最大10cm

4.8 工事現場

「工事用トロッコ運行管理」でのRFIDの活用イメージ図



4.8.1 システム概要

RFIDタグは、地下鉄や地下下水道を初め、各種のトンネル工事、ダム工事等でも数多く活用されている。

このような工事現場では、人の安全を管理するためにヘルメット等にRFIDタグを付けるようなアプリケーションと工事車両や無人トロッコの運行管理のためにRFIDタグを使用するようなアプリケーションに大別される。

人の管理用はワイヤレスカードの使い方に近く、誰が構内に入っているか等をRFIDで管理するものである。

また、工事車両や無人トロッコの管理の場合には、車両にアンテナを付けて地面にRFIDタグを設置しておき、そのタグに格納された地点情報、行き先、あるいは速度等の運行管理情報を読み取るような使い方である。東京湾アクアラインの工事でも実は、マイクロ波タイプのRFIDが活躍していたのである。

4.8.2 RFIDの種類

本システムで使用しているRFIDは以下の通り。

- ① 種類：2.45GHz（マイクロ波方式）
- ② タグの形状：86×54×23.5mm（リチウム電池内蔵）
- ③ データ量：8kバイト
- ④ 通信距離：最大2m
- ⑤ 構内無線局扱い

4.9 アミューズメント施設

「キャッシュレスシステム」でのRFIDの活用イメージ図



4.9.1 システム概要

スキー場でRFIDが活用されているのは有名である。スキー場でRFIDを採用した理由の一つには、売上金の効率的な管理がある。スキー場等では、幾つかの地域にまたがる事も多いため、ある場所で購入したリフト券を色々な所で使う可能性がある。そのために、RFIDタグを活用して、どの場所のリフトをどれくらいの人が利用したかを把握して、リフト券（費用）の売上金を公平に分配できるようにしたのである。

また、最近ではスキー場以外でもRFIDが活用され始めている。例えば、ウォーターパークといったアミューズメント施設を初め、温泉、レジャーランド等である。このような

アプリケーションの多くは顧客管理の効率化や施設内でのキャッシュレス化、あるいは顧客サービスの向上を図る目的でRFIDタグを導入していることが多い。また、利用する方の立場から見ても、プールや温泉に入るのにわざわざ財布等を持ち歩かなくてもよいので、防犯という点からも非常に有効なシステムである。

4.9.2 RFIDの種類

本システムで使用しているRFIDは以下の通り。

- ① 種類：530kHz（電磁結合方式）
- ② タグの形状：34×34×3.5mm
- ③ データ量：254バイト
- ④ 通信距離：最大10cm

4.10 情報杭システム

4.10.1 システムの概要

(1) 情報杭について

土地の境界位置を示す境界杭、ガス管、水道管、下水管などの地中埋設物の位置を示す表示杭、など測量のための基準点杭など、地上（結果として地中になることもあるが）にはさまざまな杭が存在している。しかしながら、杭表面には種類と境界等を示す矢印や十字印が刻印されているだけであり、これらが本来持っている詳細データは設置した者が管理している。従って、設置した者以外が使用しようとする、直接使用できないばかりか、情報が完全でないため、他の利用者にとって役立たないモノである。

しかし、非接触データキャリア技術を利用し、杭とともに基本情報をいれることにより、「情物一致」を実現することができる。データを格納したデバイスを内蔵する杭を情報杭と呼んでいる。

(2) システムと構成

情報杭システムは固有のデータ格納して地中に設置した杭であり、データを格納したデバイスを内蔵した杭、杭に含まれるデバイスからデータを読み取るための装置、それを制御するコンピュータからなる。データの格納デバイスとしては電池レス非接触データキャリアを使用しており、データキャリアに内蔵しているEEPROM上に記録されている。データキャリアからの読み取りにはRF（ラジオ波）を使用し、アンテナをデータキャリア上にかざすことにより交信し、読み取りがおこなわれる。また、これらの通信はコンピュータが制御する構造となっている。

情報杭のイメージを図8に示す。

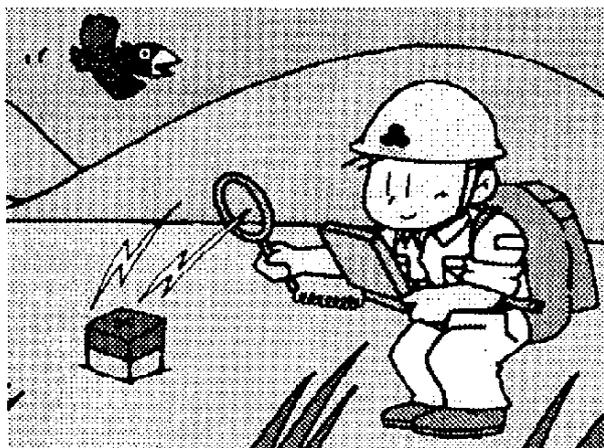


図8 情報杭のイメージ図

4.10.2 RFIDの種類

(1) RFIDタグ

つぎに情報杭に使用されている非接触データキャリアを紹介する。非接触データキャリアは電池レスで動作するが、半導体デバイスは長期の使用に耐えられるように、エポキシ樹脂で封止されている。

| 項目 | 単位 | 仕様 |
|--------|-----|------------------------|
| 外観形状 | mm | 円盤状 (32φ X 4, 45φ X 4) |
| 重量 | g | 5.3, 9.2 |
| 材質 | — | PBT/エポキシ樹脂 |
| 保存温度範囲 | ℃ | -40 ~ 90 |
| 動作温度範囲 | ℃ | -25 ~ 70 |
| アクセス方式 | | 読み込み/書き込み可 |
| メモリ容量 | bit | 2K |
| メモリ素子 | | EEPROM |

表8 情報杭用電池レスタグの仕様

杭に埋め込まれる前の電池レスタグと情報杭について写真に示す。

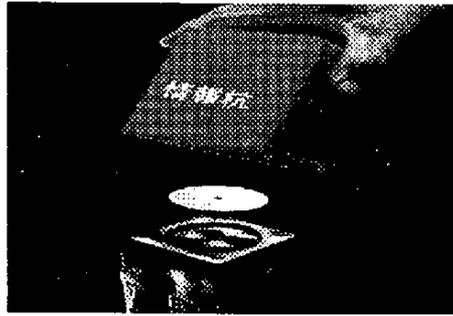


写真7 電池レスタグと情報杭

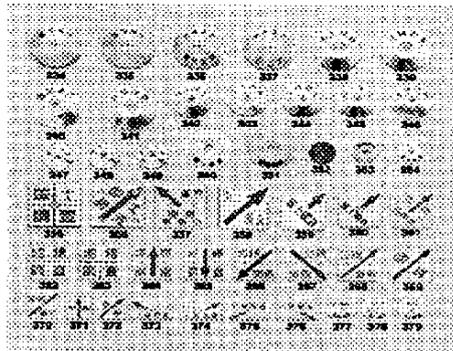


写真8 様々な情報杭

また、情報杭の中に格納されるメモリの内容は以下ようになる。

| | |
|------|---------------|
| 基本情報 | メンテナンス情報登録・更新 |
| ID番号 | 担当者 |
| 杭番号 | 内容 |
| 設置者 | 更新日時 |
| X | |
| Y | |
| 高さ | |

表9 メモリの格納例

(2) 読み取り装置

電池レスタグに書き込まれた情報を読み出すためには、アンテナと通信装置が必要になる。以下に各々の仕様を示す。

| 項目 | 単位 | 仕様 |
|--------|-----|------------|
| 共振周波数 | kHz | 125 |
| アンテナ構造 | — | 空芯/フェライト入り |
| Q | — | 15 - 100 |

表10 アンテナ部

| 項目 | 単位 | 仕様 |
|---------|-----|----------|
| 通信周波数 | kHz | 125 |
| 変調方式 | | ASK/100% |
| 通信方式 | — | 半二重 |
| エラーチェック | — | CRC |

表11 読み取り装置

(3) 利用例

情報杭の利用例を写真で示す。地中に埋め込まれた杭の上部からアンテナを当てて、P
Cと情報の読み取り、必要に応じて書き込み操作をおこなう。

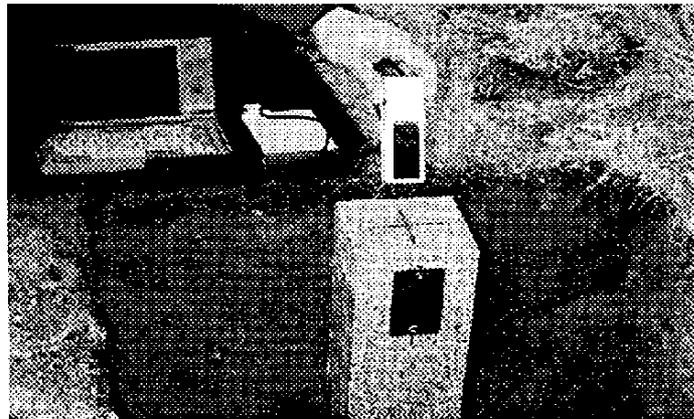


写真9 利用の一例

4.10.3 システムの特徴

(1) 特徴と利用上のメリット

従来、杭は地表面に露出していないと利用に困難であったが、非接触データキャリアシステムを利用したことにより必ずしも地表に露出している必要はない。これは杭に設置された電池レスタグとデータ読み取りのアンテナとは離れていても（最大80cm）容易に探索することができるからである。従って、野外では当然起こりうる自然現象によって表面が落ち葉、残土、雪などの固形物で覆われていても容易に検出できる。また、周辺の土地改良、開発によって景観が著しく改変されていても容易に所在確認ができる。ここが他の方法、たとえばバーコードなどのように表面に情報を蓄積する場合とは大きく異なる。

一方、地上には様々な者が杭を設置している場合が多い。多くはその構造や表面に記載されている内容で判断されるが、周辺の景観の改変などにより必ずしもその場で即時に認識できない場合がでてくる。このような場合、杭そのものに情報があるため、容易に認識でき、間違えることがなくなる。野外現場で作業する者にとって負担が軽減される。

(2) 情報の参照と更新

前節で示したように、情報杭にはID番号、杭番号、設置者、三次元座標が入れられている。これらのデータは書き換えられない固有値として出荷時に登録してあり、読み取り専用装置を使用すれば誰でも可能である。

一方、データを追記したい場合は、項目を選択しながら追記が可能である。これらは読み取りと同等の距離で行うことができる。

(3) 応用機能

非接触データキャリア技術を駆使した情報杭は他の技術と組み合わせて、以下のような使い方が考えられる。

・探査機能

人工衛星を利用したGPS（汎地球測位システム）のRTK（Real Time Kinematics）を利用することにより杭近辺まで誘導される。また、近接まで近づいた後アンテナを用いて容易に情報杭を探しだせる。その後、この杭が移動などしたかどうかを確認できる。

・他のデータベースとの連携

図面・写真などの大容量データは現行のタグには記憶させることができないが、モバイル通信技術と大容量データベースにアクセスすることにより、現場の詳細情報を入手可能となる。すなわち、周辺写真、各種測量図（土地、電気、電話線、など…）、地下埋設物位置図（ガス、水道など…）がその場で得ることができ、工事などを施工する前の確認などが確実にできるようになる。

（４）まとめ

本システムは大阪府八尾市、高知県（実施会社：株式会社リプロ）などで実施に移されており、今後このシステムがさらに広く使用されていくものと思われる。

第5章 RFIDの可能性

5.1 物流におけるRFID利用部面の分類

RFIDの物流における応用システムイメージを、将来の可能性を中心に検討する。RFIDの利用部面は、RFIDが貼付される対象により、つぎのように分類できる。

- (1) 伝票・送り状類へ貼付する電子伝票
- (2) 商品・荷物へ貼付する物流タグ
- (3) 輸送容器へ貼付する物流用キャリアシステム
- (4) コンテナ・貨車へ貼付する車両識別システム

(1) および(2)は、コスト面で1枚2円50銭～10円クラスで使い捨て利用中心であり、現状RFIDのコストでは、そのままの利用は当面困難である。再利用の運用、バーコードや2次元シンボルとの機能分担が必要である。

(3) および(4)では、数十回以上の繰り返し利用を前提とできるため、多様な関係利用者でのリード・ライト機能を設ければ、現状RFIDでも活用の現実性は高いと考えられる。パレットや通い箱などの、再利用可能な容器にRFIDを貼り付けた場合の、システムでは、入出荷検品、仕分けなどの部面での活用が中心となり、一種の電子かんばん方式での利用となる。

5.2 物流におけるモデルシステム

モデルシステムを示す。まず、タグリサイクルを前提としたトラック貨物輸送分野への適用イメージを5.2.1で述べる。つぎに、パレットや通い箱などの、再利用可能な容器にRFIDを貼り付けた場合の導入イメージを、5.2.2で述べる。最後に、コンテナ・車両レベルの識別システムの例を、5.2.3で述べる。

5.2.1 トラック貨物輸送分野への適用イメージ

トラック貨物輸送分野におけるRFIDの適用イメージを述べる。ここでの輸送業務の流れを、図9に示す。

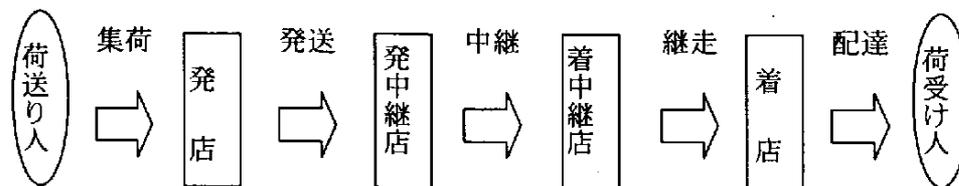


図9 トラック貨物輸送業務の流れ

(1) 集荷

まず、荷送り人先で注文情報を登録し、オンラインで発店へ送信する。これに応じて、発店では注文番号を採番し、荷送り人先へ送信するとともに、携帯端末へ注文情報と注文番号をダウンロードする。荷送り人先では、受信した注文番号のバーコードと注文情報が記載されたラベルを出力し、貨物へはり付ける。ドライバーは、携帯端末と、貨物番号だけが登録されたRFIDタグを持参する。集荷時に荷送り人先で貨物に貼り付けられたラベルの注文番号バーコードを読み取り、これをキーに該当する注文情報を呼び出し、リーダライタ機能を用いてRFIDタグへ登録するとともに、タグを貨物へ貼り付ける。

(2) 拠点内作業

① 荷降ろし

作業前に拠点端末へ荷降ろし作業員の作業員番号を登録しておく。車両からの貨物荷降ろし時に、貨物に貼り付けたRFIDタグ情報を、リーダライタで読み取ることにより、荷降ろし通荷登録を自動で行う。また、これと同時に、RFIDタグ情報を基にした貨物個数の自動カウント、注文情報や時刻、作業員名を記載したチェックリストを自動出力する。送付元住所とあて先情報を基にした自動ルートチェックにより、個数口貨物、貴重品、誤着貨物の自動チェックを行う。

② 仕分け

仕分け機に設置したリーダライタでRFIDタグ中のあて先情報を読み取り、これを基に貨物の自動仕分けを行う。

③積込み

荷降ろしの場合と同様、リーダライタでRFIDタグ情報を読み取ることにより、積込み登録を自動で行う。この際、システムにあらかじめ登録した各車両別の行き先情報とRFIDタグ中のあて先情報を比較することにより、自動誤積みチェックが可能となる。

(3) 配達

また、現状では、バーコードに比べてRFIDタグが高価格であるため、配達完了時にRFIDタグを回収し、タグの再利用を図る。タグの回収については、運用上の十分な仕組みを構築することが重要なポイントとなる。

5.2.2 再利用可能な輸送容器でのシステムイメージ

RFIDの応用展開としては、物流センター内などの閉じた環境での適用や、通い箱やパレットなどの再利用（回収、使いまわし）可能な環境での適用が進むと考えられる。

通い箱やパレット単位でのRFID情報の読み込み、書込みにより、以下のことが可能になると考えられる（図10）。

①入荷

自動入荷検品、ロケーション情報などの付帯情報自動登録による作業負荷軽減。自動鮮度チェック等による検品精度の向上。

②保管

複数個体認識、ロケーション情報表示などによる棚卸し作業削減。鮮度管理の精度向上。

③出荷

自動出荷検品、自動仕分けによる作業負荷軽減。自動鮮度チェック、自動荷積みチェックによる出荷検品の精度向上。

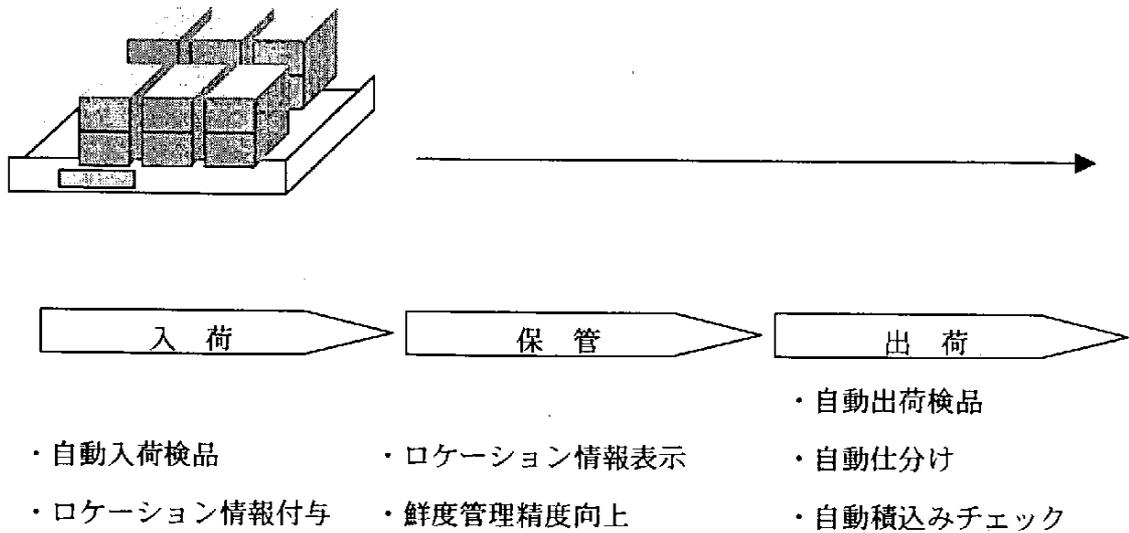


図10 再利用可能な輸送容器へのRFIDタグの応用

以下、パレット管理により焦点を絞り、現状の課題と導入イメージについて述べる。

(1) パレット管理の現状の課題

パレット管理の一般的課題は、以下のように整理できると考えられる。

- ・パレットが分散し、回収物流費が高くなりがちである。
- ・パレットが紛失・破損しやすく、廃棄物処理費、修理費、新規購入供給費等の維持管理費用が高くなりがちである。
- ・パレットが紛失・破損しやすいため廉価品を購入する指向が強くなり、破損等での耐用期間が一層短くなるという悪循環を繰り返している。
- ・パレットが紛失・破損・油等の洗浄の費用負担、無断流用・流失等の管理責任が不明確である。

(2) パレット管理へのRFIDの導入イメージ

このため、パレットの共同利用におけるパレット管理者への費用負担問題を参考に考えると、RFIDの付加費用が上記のロスの軽減によってカバーされる場合には、以下のような導入方法・導入効果が見込まれる。

- ・パレット受渡確認、管理データとのマッチングにより管理責任が明確になる。
- ・パレットの所在管理のデータベース化により一括回収が可能になる。
- ・パレット受渡・所在確認における伝票レスに伴う情報処理の迅速化・精度向上、パレット所在データベースの検索処理能力の向上が可能になる。
- ・上記のパレット利用・回収実績データベースを活用し、新規パレット投入所要量・管理方法の改善の検討が可能になる。
- ・管理責任の明確化にともなって、破損・紛失・汚れ等の公平な費用負担ルールの適用が可能になる。

以上のようなパレット管理精度の向上、共同利用管理システムの整備を通じて、パレットの所要枚数軽減、維持管理費節減、回収滞留時間・積載率の改善によるパレット移送費用節減等の効果が見込まれる。

また、付带的要件であるが、伝票レス化による紙資源の節減のほかに、段ボール箱から樹脂製の通い函等への変更に伴う再利用と森林資源の保全効果はパレットについても同様のことがいえる。木製パレットから樹脂製パレットへの変更・タグの付与による耐用年数の延長は、森林資源保護の効果も大きいと見込まれる。

参考事例としてIDカードを活用したパレット管理の実例がある。

5.2.3 コンテナ・車両レベルの識別システムイメージ

コンテナレベルの自動識別システムは、現在、アメリカの鉄道会社での利用例が最も端的な事例であるが、一般には、主要積替拠点（倉庫、港湾、税関、ヤード等）での貨物管理効率の向上に適用でき、トラックターミナルにおけるトラクタ相互の切替え・中継等と港湾、鉄道等のインターモーダルなターミナルにおけるコンテナのトラックとの間の積替え等への利用が考えられる。また、国際貨物の通関業務にも効果的であると考えられている。

さらに、自動識別技術による車両管理のイメージとしては、物流拠点、鉄道・港湾施設等の出入ゲートの無人の車両情報管理をはじめ、タンク車管理（温度、漏出防止、燃料、オイル等）、経路・到着時刻管理（位置および時間管理による自動的追跡システムの構築）、トンネル内通行管理（トンネルは、セルラー、無線、衛星通信等の通常の移動体通信システムの利用不能地帯であるが、リーダをトンネル内に設置することで貨物情報の入手が可

能) 等も考えられる。

自動識別技術は、GPSと移動体通信を利用した連続的な位置捕捉ではなく、あくまでリーダの設置されている場所での情報(スポット通信)であるが、主要な貨物の積み替え拠点におけるリーダの設置によって、かなり詳細な車両・貨物の個体データと位置情報が収集可能となり、物流拠点における貨物車両の運行管理をはじめ、受発注情報(EDI)システムと移動体(個体)管理情報の連携によって共同配送や求車・求荷システム等への応用も可能になると考えられる。

(1) 港湾の例

港湾荷役におけるAEIシステムの例では、タグは、コンテナ、トラクタに設置され、リーダは、ガントリークレーン、管理車両、出入ゲートに設置されている(図11)。船舶からヤードへのコンテナの荷揚げチェックは、ガントリークレーンに設置されたリーダで行われる。さらに、コンテナヤード上のコンテナ保管状況のチェックは、管理車両に設置された可動式リーダで行われる。また、出入トラックおよび積出しコンテナのチェックは、ターミナル出入口で行われる。トラックの出入するゲート、鉄道施設、港湾施設等でターミナルの出入トラックを監視し、トラックの識別、コンテナ、シャーシ、トラクタの出入を監視することができる。このシステムは重量測定機器とセットでも利用できる。

従来の港湾荷役では、人手作業の場合、コンテナの紛失、間違った保管、ヤードの現況把握データの欠如、データ入力時の人的ミス、問題発生時の追跡、対応のための人手不足等の問題が発生していたが、自動識別システムによって、コンテナの正確な位置および運営管理が可能になり、人手作業の大幅な削減、コンテナのヤード上での待ち時間節減、船舶からトラックへの積み替え時間短縮、正確性、効率性の向上によるコンテナ管理能力の向上、出荷作業能力の向上等が可能になると指摘されている。

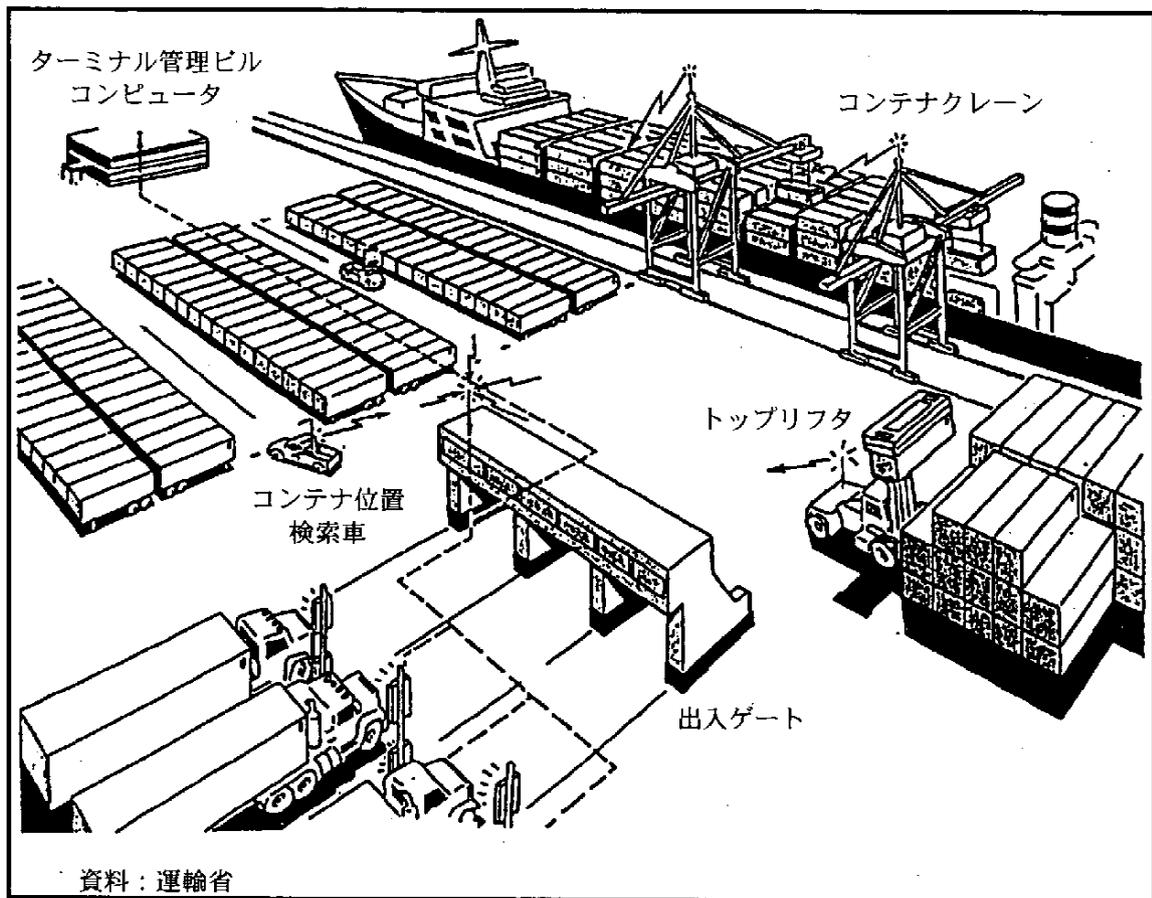


図11 港湾荷役におけるA/E/Iシステムの例

(2) 鉄道の例

鉄道タグの代表的な例としては、US鉄道アムテックA/E/Iシステムがサービス中であり、リーダは、鉄道会社所有のものと同アムテックコーポレーション所有のものがある。米国では積替え駅における貨車の97%以上にタグが装着されている。アムテック提供分だけで、現在、米国で370万個のタグが装着され、1994年には300程度であった固定アンテナが積替え駅、操車場、燃料補給基地、修理施設等に設置され、6000箇所まで増加し、合衆国全体をカバーするネットワークが形成されている。周波数は、915MHzと2.45MHzの2種が用いられている。

費用面をみると、コンテナに付ける2つのタグの費用は、ユニオン・パシフィックの推計(1991年)で、1両約60ドル、設置費用はアメリカ鉄道協会推計で1両約65ドルであり、固定局の費用は設置費用を含めて約3万ドルであり、上述したアムテックの市場規模に乗じると約6億4000万ドルの規模と見込まれる。

現在の問題点としては、大規模車体のタグ設置が遅れていたり、正確なチェックのためにはタグ基地の近くで行う必要があること、鉄道会社の列車を管理するために設置された読取機（リーダ）の設置場所が顧客の保管施設ニーズと一致しないので顧客の施設配置も考慮する必要があること、タグの設置場所が悪かったり、データ内容の不整合に伴う読み取りミスが発生しているので、タグ設置の品質をチェックする必要があること、タグまたはリーダの機能しない場合を自己診断できるようなシステムが必要であること等が指摘されている。さらに、一般的にはタグの設置個所が側面か底面かの違い、受動型か能動型かの違い、データフォーマットの違い、周波数の違い、リーダの通信制御システムの違い、コンテナの同一タグをトラックターミナルと鉄道の基地で同様に読取りできるかといった異なる交通機関の取扱の違い等がある。

標準化については、アメリカ鉄道協会（AAR）は1990年10月にA E Iの業界標準を決定し、1992年1月1日からアメリカのインターチェンジサービスにおける全ての鉄道貨車（約140万両）に適用されることになった（2年の猶予期間がある）。しかし、このほかにもI S Oの任意の海上コンテナ標準、全米トラック協会（ATA）の任意の標準、ヨーロッパの鉄道で任意の標準制定の動き等があり、複数の交通機関にわたる全体的な整合性の確保・標準の整備が必要になっている。今後、ロジスティクスの高度な管理ニーズが強まり、多様で複雑な製品供給の流通経路管理が必要とされるにつれ、信頼のできるA E I網の構築が要請されてくると考えられる。

5.3 物流業者からみた実現性

5.3.1 適用場面の実際

物流におけるモデルシステムをベースに想定される実際の場面（トラック輸送と倉庫業務に限定）を表12に示す。

その他にも、定期便である通い箱や通い袋、修理家電用やパソコン修理用のタグ、リサイクル物流の廃棄家電用タグやリサイクルBOX用タグなど様々な活用場面が考えられる。

5.3.2 実用化への問題点

パレット、コンテナ、及び車両の認識・識別管理の利用については、それぞれの局面で利用価値があるので、ここでは個々の貨物に貼付した場合の問題点に絞って考察する。

(1) 情報システム構築の問題

まず最初は、設計及び開発上の問題である。

最近、各運送業者の取り組み以前に2つの動きがある。ISO/TC122/WG4の輸送荷札ラベルが1998年6月にDISで承認されたこと、またRFID及びICタグなどの標準化(ISO/IEC JTC1 SC31、SC17)が進んできていることである。もうひとつの動きは、荷主企業が抜本的な物流改善として専用の運送送り状を開発し、各運送業者に押しつけてきていることである。これらから、運送業者が独自で設計開発するのは得策ではない。

次に情報化投資の問題である。

特に大手運送業者では、現行システムに累計で莫大な情報化にコストをかけている。つまり、ホスト側のメインフレームやネットワーク、ターミナルのサーバー、自動仕分機及びスキャナー、集配店の処理端末や携帯端末、そして荷主企業への持込み端末など、数十億円はくだらない。

その意味で、個々のシステム開発は異なっても、運輸省や通産省などの行政のバックアップのもとに、将来のガイドラインと実用化プロセスを明確にして、各社協調しながら推進していくべきである。

(2) オペレーショナルな問題

RFIDの導入を前提とした場合、2つの問題点が考えられる。

第一は、貨物を輸送する場合、運送送り状や荷札の落札から不明貨物・貨物事故までを

考慮すると、いかに情報化してもビジュアルに見えるものが必須となる。その意味からも現行の送り状または荷札を無くすことは出来ない。

第二の問題は、次項で述べるが、RFIDの単価が高額であるとする、そのリサイクル利用が前提となる。パレットやコンテナ等は再利用が前提だから問題はないが、個々の貨物に貼付するとなると回収は難しい。特に、年間15億個以上もある宅配貨物に至っては、届け先が一般消費者だけに不可能に近い。

(3) RFIDの価格問題

例えば、運送送り状にRFIDを組み込んだ場合、送り状作成費用プラスRFID費用がかかり、高価なものになって非現実的である。ここでは、EDI連携で輸送荷札ラベルに組み込んだ場合を考察する。

輸送荷札ラベルは、その構成によってかなり価格差がある。通常の1層式荷札、3層式荷札、及びミシン目の入った切り離し式の荷札などがある。また、使用する糊の強度にも、強糊、弱糊、及び再剥離糊の3種類がある。ここでは一番期待される送り状片と受領片と一体型になった切り離し式の荷札を取り上げる。

印刷費用は、ロットによって左右されるが、現在運用されている物量を前提にして考察すると、複数片の送り状が10円前後、当該荷札が目一杯安く見積もって4円前後と仮定する。概算ではあるが、RFID単価は6円を下回ることが一つの目安となるであろう。

しかし、それは現時点のRFID製造コストからみて、かなりの開きがある。

5.3.3 解決策への糸口

商法570条には、運送約款を履行するための運送送り状を荷送人が発行して運送事業者に交付することを規定しているが、物流やそのシステムが多様化している現在、既にその辺の境界線が崩れてしまっている。特に送り状や荷札の費用についても、荷主企業、倉庫業者、または運送業者のいずれが負担するかはケースバイケースである。

従って、RFIDの取捨選択については、荷主企業と物流業者が一体となって、物流改善にともなう高品質サービス、作業の効率化、及びローコスト化を実現していくなかで検討すべきである。そうすれば、価格問題のハードルも自ずとクリアできるであろう。

| 分類 | 導入箇所 | RFID装着先 | 活用場面 | 活用方法 | 現行の手段と問題点 |
|------|---------------------------------|----------------|------------------|-----------------------------|------------------|
| 輸送業務 | 出荷元(荷送人) | 個々の貨物 | 貨物に貼付(補完作業) | (モデルシステム5.2.1集荷)と同様 | 情物不一致→情物一致へ |
| | 出荷元(荷送人) | RFID付専用伝票 | 専用伝票に埋め込み | RFIDに専用伝票情報を書き込む | 手書き伝票、統一伝票は機械打ち |
| | 集荷店 | 個々の貨物 | 貨物に貼付(補完作業) | (モデルシステム5.2.1集荷) | 情物不一致→情物一致へ |
| | ターミナル | 個々の貨物 | 自動仕分機による仕分 | (モデルシステム5.2.1拠点内作業) | ターミナルで人的キー入力 |
| | ターミナル | 個々の貨物 | 携帯端末による仕分 | (モデルシステム5.2.1拠点内作業) | 目検による人的仕分 |
| | ターミナル (仕分場所) | 自動仕分機のBOX | 方面別自動仕分 | 荷札ラベルを自動読取し、RFIDに仕分先を書き込む | 仕分機毎独自→繁忙期に弱い |
| | ターミナル(発地) | ロールBOX | ロールBOXのトラック積込管理 | (モデルシステム5.2.3コンテナ識別)と同様 | 殆ど管理していない |
| | ターミナル(着地) | ロールBOX | ロールBOXのターミナル入構管理 | (モデルシステム5.2.3コンテナ識別)と同様 | 殆ど管理していない |
| | 配達店 | ロールBOX | ロールBOXの回収 | (モデルシステム5.2.2パレット回収)と同様 | 手作業でシステム化していない |
| | 配達店 | パレット | パレットの回収 | (モデルシステム5.2.2パレット回収) | 手作業でシステム化していない |
| | 納品先(荷受人) | RFID付専用伝票 | 専用伝票の回収 | 納品先の検品作業と情報入力の効率化を図る | 目検による人的作業(非効率) |
| | 納品先(荷受人) | 個々の貨物 | 検品レス納品 | EDIデータとのマッチングによる検品レスの実現 | 目検による人的作業(非効率) |
| 倉庫業務 | (上記の出荷元と納品先が倉庫や配送センターの場合、同様である) | | | | |
| | 倉庫内(保管場所) | 棚札 | 入出庫作業、棚卸し作業 | RFIDに入出庫履歴を書き込む。棚卸作業の効率化を図る | 棚札(手書き) |
| | 倉庫内(保管場所) | 棚番 (ロケーション) | 棚付け作業、ピッキング作業 | フォークリフト等から読取、左記作業の効率化を図る | 高価な自動倉庫、手作業による倉庫 |

表12 トラック運送や倉庫業務における適用場面

第6章 まとめ

6.1 現状

RFIDはRFIDタグと非接触ICカードの両方を含んでいると考えられるが本報告書においては主としてRFIDタグについて調査したものをまとめている。

大容量データキャリアとして2次元シンボルがすでに実用化の段階に入っていることは周知のことであるが、RFIDは2次元シンボルと比較してデータを自由に読み書きができるという大きな特長を有している。

RFIDの方式にはいくつかのタイプがあり、その中でも電磁誘導タイプで13.56MHzの周波数を利用するものが現在最も注目を集めているものである。これは電波法との関連はあるものの、70cmレベルの長距離通信が可能で、通信速度も数10Kbpsと速いことや大量生産による大幅なコストダウンの可能性を持っていることなどの理由で今後のRFID市場拡大の重要な鍵を握っているものと思われる。

RFIDタグに関してはISOでの規格化、標準化を目指してJTC1のSC31におけるWG4の場でデータシンタックス、セキュリティ、固有ID、周波数帯、通信方式、プロトコルなどの検討が鋭意進められている。しかしながら各国の電波法の違いや未だ明確なデファクトスタンダードといえるようなものがないこと、すでにある部分では利用が進められており開発各社の思惑も加わっていることを考えると、その前途はかなり多難と云わざるを得ない。

その中であってアプリケーションの標準化が重要であるとの認識から、物流におけるRFIDのアプリケーションの標準化を我が国が主導権を持って推進することになった。オリコンをベースにしたアプリケーションの標準化の提案をSC31に提出するため現在作業中である。

本報告書においては現在実際にRFIDタグが利用されている事例をいくつか調査している。日本におけるRFIDの利用はFA分野を中心にアミューズメントや農業、その他すでに思わぬ広がりを持っていることをうかがい知ることができよう。さらに現在色々な意味で注目を集めている物流システムへのRFIDの利用に対して、どのような場面での利用が考えられるか、またどのような問題点をクリアしなければならないか、という点を適用場面、システム構築、運用およびコストなどといった点から検討している。

6.2 課題

RFIDタグに関して言えば本格的な導入はまだ始まったばかりであるが、現在色々な分野で利用が検討されている。

それは大容量のデータメディアとして、また個体認識の手段としてバーコードや2次元シンボルとは異なった特長、即ち読みとりだけではなくデータを書き込むことが非接触でできること、多数のタグを同時に認識することが可能なこと、直接に見えないものでも認識できることなど、を有していることである。

しかしながらEDIなどでの広範囲に渡る範囲での応用を考える場合には解決すべき幾つかの課題がある。

その第1は標準化である。バーコードや2次元シンボルに関しては既にAIMの規格化をはじめJIS化も行われ、年内にはISO化がなる段階へきているのに対しRFIDタグに関してはようやくISO化の検討が本格的に始まったばかりである。1工場内のようなある閉じられた範囲での利用の際には大きな問題にはならないが物流システムへの応用といったケースにおいては複数の場所でのアクセスが必要となり標準化は不可欠と云わねばならない。A社のメディアはA社の機器でなければ読み書きできないといったものでは不便である。電波は国の財産であるとの考え方も強く、そのために各国の電波法の違いが標準化のネックになることも予想される。また国際的に標準化されることによりユーザーにとっては市場でのメディアや機器の選択範囲も広がり導入し易い環境ができあがることにもなるであろう。

第2はメディアのコストである。現在バーコードや2次元シンボルに使用するラベルが数円であるのに対しRFIDタグのコストは、作成する個数にもよるが、数十円から数百円で、将来も紙のラベルを凌駕しうるコストになることは困難であると考えられる。このことからRFIDタグを単なる2次元シンボルの置き換えと考えるのではなく、現在のシステムにこだわることなくシステム全体として付加価値を何に求めるか、2次元シンボルとの使い分けをどう考えるか、使い捨てではなく使い回しを考えるのであれば、回収の方法など運用面をどうするかといった視点で導入を検討する必要がある。

RFIDタグの実応用に関する課題はまだまだ未知の部分も多く、机上の検討だけでは想定しきれない。そのためには特にアプリケーションの面での検討が必要で、実モデルでの構想立案、実証、問題点の分析、解決案の検討を進めることが最も重要である。

本委員会においては次年度として、物流システムに焦点を当ててRFIDタグが物流の

色々な局面でどう利用できるのか、問題点はなにか、解決案、投資効果など、具体的なモデルを想定して実証してみたいと考えている。

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

————— 禁無断転載 —————

平成11年 3月発行

発行所 財団法人 日本情報処理開発協会
産業情報化推進センター
東京都港区芝公園3丁目5番8号
機械振興会館内
TEL (3432) 9386

印刷所 有限会社 ア ル ス
東京都港区西新橋2丁目6番3号

