

# MSTC FAOP

---

## 製造業における電子タグ使用 にあたってのガイドライン

2005年（平成17年）6月8日

財団法人 製造科学技術センター  
FAオープン推進協議会  
文書番号 MSTC/FAOP 2011

## 一 般 事 項

### ◆著作権

本書についての著作権は、財団法人 製造科学技術センターにあります。

### ◆免責

財団法人製造科学技術センターは、本書および本書により作成した成果物（システムを含む）の使用に関し、本書およびその成果物の利用者が被る損害については、第三者の知的所有権の侵害に対し当該第三者からの請求により利用者が被った損害を含め、一切の責任を負わないものとします。

本書により作成した成果物を稼動させる責任は、すべて成果物の作成者が負うものとし、財団法人製造科学技術センターは一切の責任を負わないものとします。

### ◆最新版

本仕様の最新版は、以下のホームページで配布しています。

<http://www.mstc.or.jp/faop/>

### ◆不具合、要望、感想など

誤植、不整合などの不具合事項については、できるだけ排除するように努力していますが、見つけた際は以下のところまでメールでお知らせ下さい。また、ご要望および感想などがありましたら、同様にお願ひします。 E-mail: [faop-jim@mstc.or.jp](mailto:faop-jim@mstc.or.jp)

### ◆略称および名称

- MSTC (Manufacturing Science and Technology Center) は財団法人製造科学技術センターの略称です。
- FAOP (FA Open Systems Promotion Forum) はF Aオープン推進協議会の略称です。

## 改 訂 履 歷

1. 第 1 版 (2005 年 6 月 8 日)  
初版制定



## 目 次

1. 国内における電子タグ活用のルーツ .....	1
2. 電子タグの採用目的に関する勘違いについて .....	3
3. 電子タグ採用のための必要十分条件 .....	5
4. 電子タグ導入の目的例 .....	7
5. 製造業における電子タグ採用業界とアプリケーション .....	9
6. 電子タグ採用時の機種選定ポイント .....	1 1
6.1 電子タグの方式 .....	1 1
6.2 電磁結合方式の特徴 .....	1 1
6.3 電磁誘導方式の特徴 .....	1 3
6.4 マイクロ波（電波）方式 .....	1 6
6.5 光方式 .....	2 2
7. 周波数別の特徴比較チャート .....	2 4
8. 電子タグ採用時の注意点      ～電子タグの導入に失敗しないために～ .....	2 5

## 1. 国内における電子タグ活用のルーツ

最近、電子タグが大きな注目を集めているが、国内における電子タグの活用の歴史は今から20年程前にさかのぼる。国内における電子タグ活用が始まったのは1986年頃であり、製造業における工作機械のマシニングセンタの工具（ツール）管理がルーツだと言われている。一方、海外における電子タグ活用開始の目的が、人間の管理や家畜の管理であるのに対して、国内では製造業から電子タグの活用が始まったというのは非常に興味深いことである。

図 1-1 にマシニングセンタにおける電子タグ活用シーンを簡単に示す。

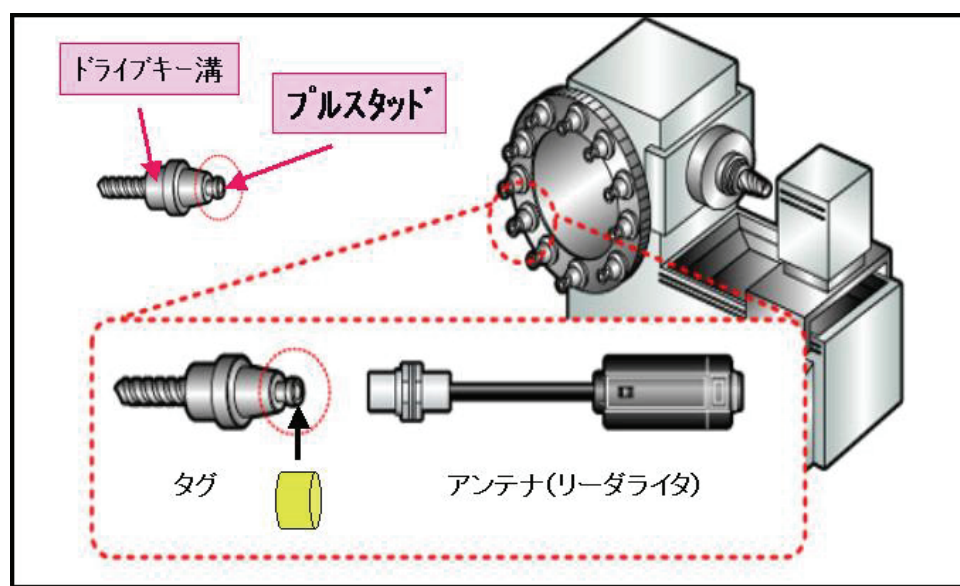


図 1-1 マシニングセンタにおける電子タグ活用シーン

工作機械のマシニングセンタの工具（ツール）一本一本を管理するために、プルスタッド、あるいはドライブキー溝に電子タグを埋め込み、マシニングセンタ側にはアンテナ（リーダライタ）を装着する。当時は、工具（ツール）に電子タグを埋め込むということから、このような電子タグのことを「ツール ID」という呼び方をした。

また、電子タグに書き込まれる情報としては一般的に、①工具 No、②工具名称、③工具種類、④工具使用時間、⑤工具長、⑥工具長補正值 等である。

工具をマシニングセンタに装着する作業は、通常、人が作業手順書を見ながら行う。1番の工具ポットには A という工具を装着しなさい、といった指示書である。しかし、人手による作業ではどうしてもミスが発生する可能性が高い。そのために、工具に電子タグを埋め込み、加工をする際に工具をマシニングセンタに自動装着する時に、工具 No、工具名称、工具名称を読み出し、加工する対象物にマッチした工具を正しく選定しているかを確認する訳である。

では、工具使用時間情報を電子タグに格納する意味は何か？

工具は加工することによって徐々に磨耗するが、刃先が磨耗すれば当然、加工すべき対象物の加工精度が低下してしまう。つまり、高精度の加工を必要とする部品や製品を造ることができなくなる。そのために、工具使用時間を管理し、ある一定の時間に達した工具は再研磨するといった管理をするのである。

次に、工具長や工具長補正值について、その情報格納の目的を簡単に説明する。

各工具で長さが異なるために工具長を電子タグに格納することで、マシニングセンタが自動的に工具の先端の位置、つまり加工する際の原点位置の決定が自動化できる。また、工具長補正值は、前述の工具を再研磨した際に工具長が短くなるために、その短くなった長さを補正值として電子タグに格納することで、原点位置決定の補正を行うために使用する。

ところで、マシニングセンタの工具管理に電子タグを使った背景であるが、最大の理由はオイルやクーラントがかかる環境で使用できる点である。また、工具は数種類のマシニングセンタで共用するために、工具 No だけしか管理できなければ、上位のホストやマシンコントローラでの情報管理が非常に重くなる。電子タグを活用すれば情報の分散化が可能になり、上位での負荷が軽減できることも大きなメリットとなる。さらには、工具使用時間や工具長補正值等のリアルタイム情報が格納できることも重要なポイントである。

では、このような工具管理の要求を出したユーザは誰なのか？

実はこのようなマシニングセンタの発注元は、海外の大手航空機製造メーカーだったのである。航空機は僅かな加工ミスや低精度での加工が命取りにもなり兼ねない。人の命を預かる航空機製造メーカーはこのように20年近く前から人の命を守るためにミスが無い高精度の加工部品を製造するといった明確なポリシーをもって電子タグを活用していたことを知っておきたい。

## 2. 電子タグの採用目的に関する勘違いについて

電子タグを採用する目的について記載する前に、懸念される最近の電子タグに関するユーザの大きな勘違いについて述べる。約20年前から電子タグを採用し、電子タグに対して十分な理解をされているユーザも多いが、電子タグに関する様々な情報が最近世の中を賑わせている中で、電子タグが「魔法のツール」とでも言わんばかりの記事や放映が多いために、逆に多くのユーザが電子タグに対して次のような勘違いをしているような傾向がみられる。

それは、「電子タグを使う事自体が目的になっていないか？」という点である。

このことについて、まず、一般的な例を挙げて説明する。

我々が日頃活用しているパソコンについて考えてみよう。パソコンを購入する際に、単純に「パソコンを買えば何かができそう。」というスタンスで購入することはまずあり得ない。パソコンを購入する目的としては一般的に、

- ① 電子メールを活用したい。
- ② インターネットを使って情報を収集したい。
- ③ 様々な資料を作成したい。
- ④ 年賀状や住所録を作りたい。
- ⑤ オリジナルのCDやDVDを造りたい。

等が挙げられるだろう。

つまり、パソコンを購入すること自体が目的ではなく、パソコンを活用して何らかの目的を実現するためのツールとしてパソコンを購入するのが普通である。

しかし、最近の電子タグに関するユーザの考え方の多くは、「電子タグを使えば何かすごいことができそう。」とか「電子タグを使えば何か良くなりそう。」という発想が先行している傾向がある。つまり、「電子タグを使うこと自体がユーザの目的」になってしまっているのである。また、企業のトップや上層部から担当者に対して「最近、新聞やメディアで話題になっている電子タグを使って何かできないか検討しなさい。」という命題が与えられることが増えている。このような指示を受けた担当者は、必死になって電子タグを何とかして使う事を考える、といった傾向にある。

しかし、これはある意味、ユーザとしての大きな勘違い（間違い）である。電子タグはあくまでも「課題解決のためのツール」である。つまり、現場の課題を把握し、その課題に対する解決手段としての有効なツールと判断できれば採用すればよいのであり、有効なツールとしての意味をなさなければ採用する必要はまったくないのである。

例えば、製造工程において、

- 加工工程でバーコードを使用しているが、使用環境が悪いためバーコードが読めない、あるいは誤読が生じて困っている。
- 組立工程で組立履歴を作業者が手書きで記入しているが記入ミスが多くて困っている。
- 検査工程で検査結果を検査装置から人が目視で確認して転記しているため、記入ミスが発生したり、あるいは記入のための時間的ロスが多くなったりして困っている。
- 仕分け工程やピッキング工程で、人が対象部品を書いたリストを見ながら作業をしているので人為的ミスが頻繁に発生している。
- 実装機にパーツフィーダを装着する際に装着ミスが発生しないように紙のリストを見ながら二人で20分も時間をかけて読み合わせをしている。しかし、それでもミスが発生し、大量のロット不良を出してしまった。
- 現在、バーコードを使った生産管理をしているが、最近、生産機種が多すぎてホストでの情報管理では限界がある、また、ホストや通信路にトラブルが発生すると生産ラインがすべてストップして困っている。

等というような明確な課題があれば、そこに電子タグを活用してその課題を解決することができる。つまり、電子タグを使うためには、まずは現場を熟知し、現場で発生している課題を明確化することが必要なのである。そのため、現場の課題を明確に把握していないユーザでは、実際に電子タグを使う事は非常に難しい。

### 3. 電子タグ採用のための必要十分条件

現場の課題を明確に把握すれば、電子タグを採用することができるのか？

実はそれだけでは電子タグの採用はできない。次のステップは、現場の課題を把握するといった定性的な内容から、それを定量的なものにしなければならない。つまり、課題によっていくらのロスコストを生じているのかの算出が必要なのである。前項でいくつかの課題の例を挙げてみたが、その一部を定量化してみると、

- ① 加工工程でバーコードを使用しているが、使用環境が悪いためにバーコードが読めない、あるいは誤読が生じて困っている。
  - ・バーコードが読めない頻度は全体で一日に30回。その都度、紙の作業指示書を見ることになるのでそれに1分を要する。つまり、一日に30分のロスとなり、年間250日の稼働から計算すると125時間分。生産タクトから考えてこれはX百万に相当する。
  - ・バーコードの誤読は月に2回。しかし、誤読によって1回平均で50万円の部品ロスが発生する。つまり、月に100万円となり、年間1200万円となる。しかし、万一、気づかずに製品を出荷してしまえば、回収に1回1億円かかるので、大きな問題である。
- ② 組立工程で組立履歴を作業者が手書きで記入しているが記入ミスが多くて困っている。
  - ・履歴の記入ミスにより、次の工程で作業が止まってしまう。1回止まるとその確認も含めて二人で20分かかる。このような事が工場全体で一日に5回発生するので、100分×2人分、つまり200分のロスにつながっている。人件費と生産タクトを考えると年間Y千万円の無駄になる。
- ③ 実装機にパーツフィーダを装着する際に装着ミスが発生しないように紙のリストを見ながら二人で20分も時間をかけて読み合わせをしている。しかし、それでもミスが発生し、大量のロット不良を出してしまった。
  - ・工場全体では、段取り換えを一日に50回行っている。つまり、工場全体で2000分、つまり33時間分のロスが発生していることになる。年間にすれば、250日なので、 $33 \times 250 = 8250$ 時間となる。これを人件費と生産タクトの面で計算すれば、XX億円に相当する。
  - ・ミスによるロット不良は月に平均2回発生している。最近は実装密度が高くて手直しが効かないだけでなく、CPUを搭載した高額な基板であるにもかかわらず、すべて廃棄処分となる。また、産業廃棄物としての処理やISO14000関連での対策なども考慮すれば、このミスによる経費やロスコストは年間YY億円にもなる。

・また、ミスが発見できずに出荷することが1年に1回あるので、リコール対策でZ  
Z億円かかっている。

という内容になるだろう。このように課題が定量化することが重要である。そして、その課題に対して電子タグを活用して解決できるのであれば、そのロスコスト分の投資ができるはずである。

繰り返しになるが、電子タグに関しては「何かに使いたい。」とか、「使えば何とかなりそう。」といった定性的な想いだけでは採用できない。電子タグを採用するためには課題を定量化、つまり金額に換算することが必要であり、逆の言い方をすれば効果を定量的に算出できないような投資に対して、稟議の決裁処理がされることはほとんど無いだろう。

そして、電子タグの採用を本気で考えるのであれば、単に課題解決のツールとしてだけではなく、さらに会社に利益をもたらすような効果的な使い方をすべきである。例えば、前項の課題として例を挙げた、

④ 現在、バーコードを使った生産管理をしているが、最近、生産機種が多すぎてホストでの情報管理では限界がある、また、ホストや通信路にトラブルが発生すると生産ラインがすべてストップして困っている。

という内容を定量化した後に、電子タグを使う事で、これまで30機種しか生産できなかった生産ラインを100機種まで、しかもさらにフレキシブルな生産ができるようにする、といった $+\alpha$ の効果を出すとか、そのラインに携わっていた人数を1/2にして、その分、さらに高度な職務に配置換えをするといったことも可能になる。

結論として、電子タグを採用するための必要十分条件は、以下のようになると考えられる。

- ① 現場における課題の把握
- ② 課題の定量化（数値化）
- ③ 課題解決のための電子タグ採用に関する投資額の算出
- ④  $+\alpha$ の効果を出すための運用検討
- ⑤ 電子タグ採用による Total 効果金額、および利益算出

#### 4. 電子タグ導入の目的例

次に、国内で電子タグの採用が最も進んでいる製造業（F A）分野において、どのような目的で電子タグが導入されているかのキーワード例を図 4-1 に紹介する。

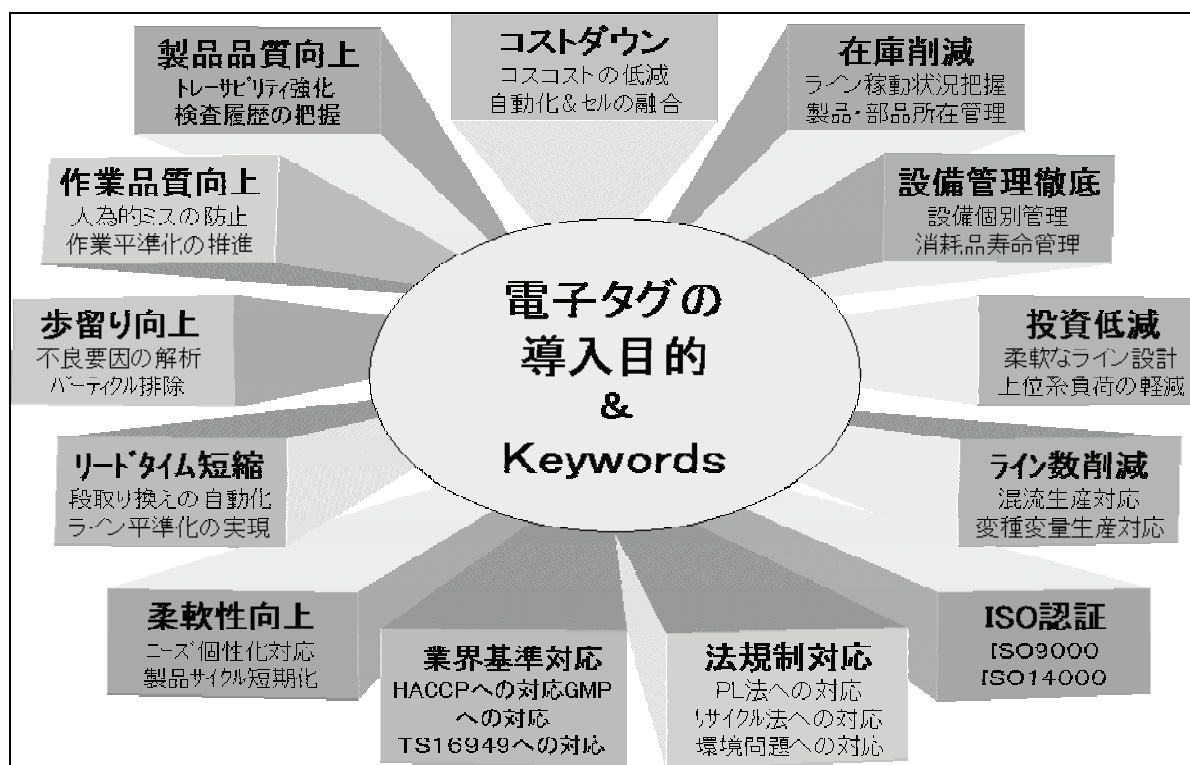


図 4-1 電子タグの導入目的&キーワード例

図 4-1 に紹介したキーワードは、製造業においてすでに電子タグを活用されているユーザでの実績がベースとなっている。

これらにキーワードは、

- ① 品質向上／トレーサビリティ
- ② 生産効率化
- ③ 生産フレキシブル性向上
- ④ コストダウン
- ⑤ 設備/備品管理
- ⑥ 業界基準対応
- ⑦ 規格／法規制対応

に大きく分類できる。

このように電子タグを導入するための明確な目標を有することが重要である。そして、これ

らの目的に対する投資対効果をきちんと算出することが電子タグの導入をスムーズにする。なお、ここで挙げたキーワードはその内容を簡略化して記載しているが、実際に導入されたユーザでは、先に述べたように、個々の課題に対する十分な現場の把握がなされており、かつしっかりとした導入のポリシーと信念を持って取り組まれていることを付記しておく。決してお祭り気分での導入ではないのである。そのため、一度、電子タグを導入したユーザでは、工場のリニューアル時や新規工場建設時に、ほとんどの場合、同様に電子タグを導入する。電子タグは、そのメリットが一旦理解されれば、ユーザにとっては無くてはならない存在になるのである。

電子タグは製造業を大きく革新するツールである。しかし、電子タグが有るかといって全てが解決できるわけではない。その電子タグを有効に活用するためには、例えば家庭生活中で考えると水道管の役割を担うようなオープンネットワーク等のインフラ整備と充実が必要になってくる。

## 5. 製造業における電子タグ採用業界とアプリケーション

本項では、製造業における電子タグの採用業界とその業界におけるおもな電子タグ活用のアプリケーションについて紹介する。図 5-1 に電子タグ採用業界と主要アプリケーションを示す。

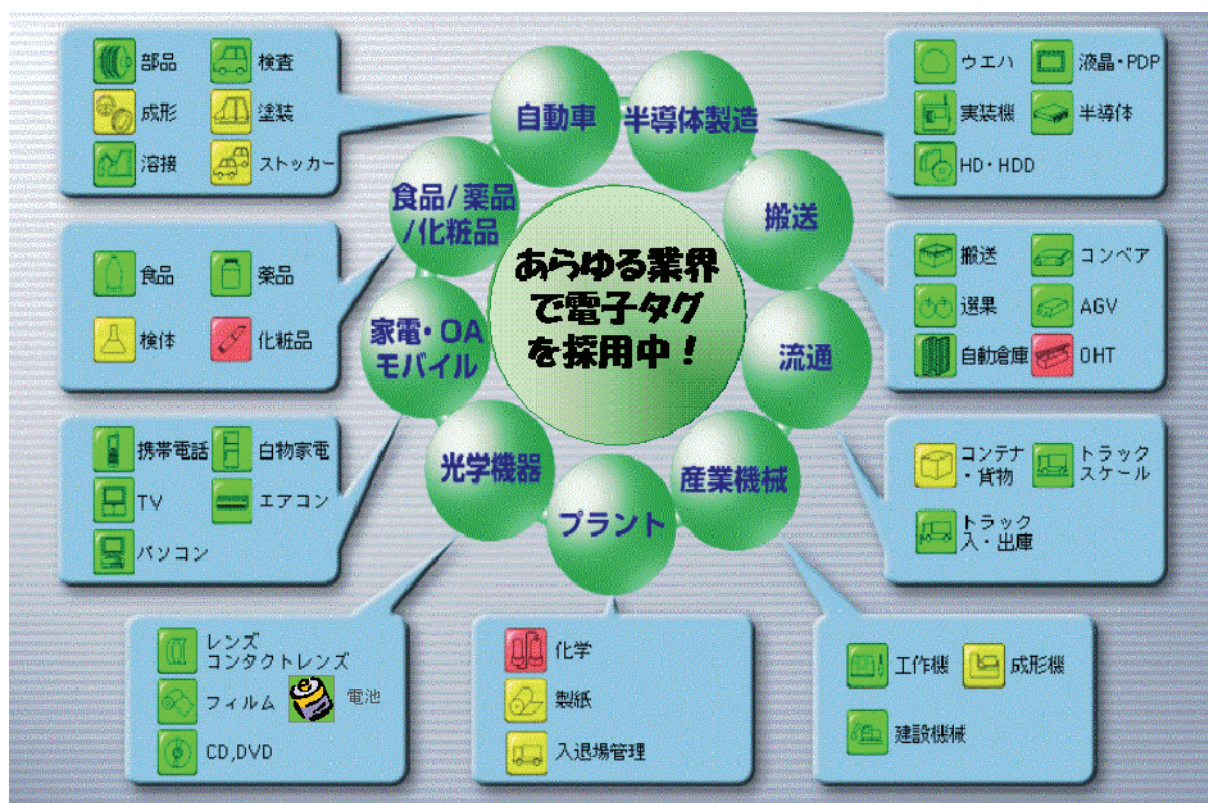


図 5-1 電子タグ採用業界と主要アプリケーション

図 5-1 に示す通り、製造業分野ではほとんどの産業で電子タグが活用されている。そして、国内における電子タグ（タグ、アンテナ、コントローラ市場規模、システム金額を除く）の市場は 2004 年で 100-120 億円程度だと思われるが、その内の約 70% は製造業分野で採用されているのである。

その中で電子タグの採用の歴史が古い、つまり 1980 年代から採用している主要な業界は、工作機械業界、自動車業界、そして家電/OA 機器の業界である。工作機械業界が国内における電子タグ採用のルーツだという話を冒頭に述べたが、国内では特に自動車業界での電子タグ採用が最も多い。

自動車業界での採用アプリケーションは、エンジンやトランスミッション加工、組立、検査工程に始まり、その後、車体の組立、検査工程へと展開された。また、特殊な電子タグとして

200°C以上の耐熱性を有するタイプが塗装工程で採用された。また、車体関連だけでなく、自動車用の電装部品等の製造工程にも数多く電子タグが採用されている。また、変わったアプリケーションでは、鋳造型や成形金型の管理等にも採用されている。

家電/OA 業界では当初、テレビのブラウン管製造工程や組立、検査工程、あるいはパソコンのハードディスクドライブ（HDD）組立、検査工程等での採用がメインとなった。また、海外でのハードディスク（HD）製造工程でも電子タグが数多く採用されている。しかし、最近では家電/OA 機器の自動化ラインが減ってセル生産に切り替わる事も多いため、自動化ラインを最も得意とする電子タグの採用は減少してきた。しかし、今後はトレーサビリティ用途での採用が増加する傾向にある。なお、海外における携帯電話等のモバイル機器の製造工程では電子タグを採用しているケースが多い。

1990年初めからは、半導体、特にフラットパネルディスプレイ、液晶等（FPD）業界での電子タグ採用が盛んになり、国内の FPD 工場の 80%以上が電子タグを採用している。また、海外における FPD 関連工場でも 70%が電子タグを活用している。半導体関連においては、国内はバーコードを活用した製造方式だったが、2000年頃に半導体業界（SEMI）において 300mm のウェハの製造用途に電子タグの SEMI 標準化を行った。それ以降、バーコードに代わって電子タグが採用されることが急増し、最近では 80%以上の新工場で電子タグが採用されている。

さて、比較的電子タグの採用が遅れている業界は、食品、医薬品、あるいはプラント系の工場である。特に化学系の工場では、電子タグ関連機器に対して防爆要求が強いにもかかわらず、国内では防爆対応機器がほとんどないために電子タグを使う事ができないというのが大きな要因であろう。なお、食品や医薬品関連では今後トレーサビリティ用途に電子タグが活用され始めると予想される。特に、この2年間は様々な実証実験が行われており、今後の電子タグ採用に期待がもてる。

また、現在、ISO/IEC における電子タグの世界標準化、あるいは EPC グローバルにおける運用の標準化等が行われているため、今後は、物流や流通関連での電子タグ採用が盛んになるだろう。そうなれば最終的には、製造工程で電子タグを製品に搭載するようなスタイルになる可能性も高いため、電子タグの世界が大きく変革することが考えられる。また、電波法の改正等により、これまで使えなかった UHF 帯の電子タグが国内でも使えるようになり、コンテナ流通等にも電子タグが活用されるため、ますます市場が発展していくと思われる。

## 6. 電子タグ採用時の機種選定ポイント

本項では実際に電子タグを採用する際に、「どのようなことに留意して機種を選定すればよいのか？」ということについて説明する。

では、「正しい機種選定をするには、何が、あるいはどんな知識が必要なのか？」

基本的に、電子タグの選定を誤らないためには、電子タグの各方式、およびそれぞれの方式がどのような特徴を有しているのかをきちんと理解しておく必要がある。そのため、電子タグの各方式に関して原理と特徴を説明する。この説明により、どのようなアプリケーションにはどんな方式が最適なのかが判断していただけると思う。

### 6.1 電子タグの方式

電子タグの方式に関しては、JIS において定義がなされている。JIS における定義は、表 6-1 に示す通りである。

表 6-1 「JIS X0500 : 2002(AIMJ/JSA)」における交信方式分類

番号	用語	定義
43001	電磁誘導方式	誘導電磁界によって交信を行う方式。ただし、密着形のものを電磁結合方式ともいう。
43002	マイクロ波方式	マイクロ波帯又は準マイクロ波帯の電波によって交信する方式

表 6-1 に示すように、「JIS X0500 : 2002(AIMJ/JSA)」において、電磁誘導方式、電磁結合方式、およびマイクロ波方式が定義されている。しかし、実際にはこれ以外にも、光方式等も存在する。また、国内では 2.45GHz 帯のマイクロ波方式に加えて、今後 UHF 帯の電子タグも使用できる方向なので、マイクロ波方式と併せて電波方式と呼ぶ事もある。

### 6.2 電磁結合方式の特徴

図 6-1 に電磁結合方式の簡単な原理図を示す。

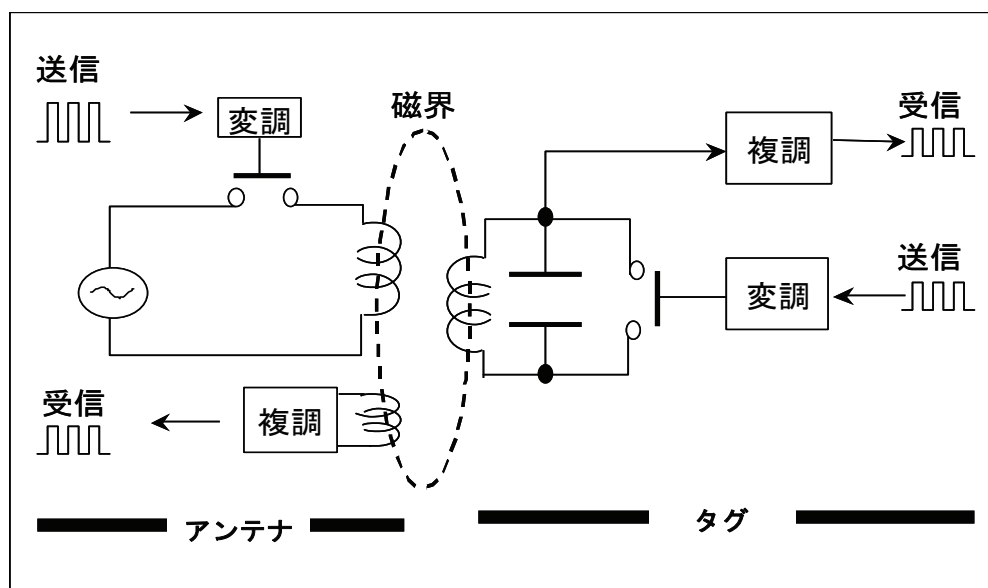


図 6-1 電磁結合方式の原理図

この方式は、広義では電磁誘導方式に含まれるが、JIS で定義されているようにあまり交信距離が長くないタイプを電磁結合方式という。

この方式で採用される周波数帯は 400KHz～530KHz 帯 (MF 帯) が主流であり、製造現場で昔から採用されている近接センサで使用される周波数帯に類似している。また、国内の電子タグのルーツとして紹介した工具管理に採用された機種は、この電磁結合方式である。なお、電磁結合方式の場合の交信距離は最大でも 100～150mm レベルであるが、これはタグが名刺サイズの時で、直径 8mm レベルのボタンタイプのタグでは数 mm となっている。

この方式は国内での実績面では No.1 である。また、周波数的には比較的 FA 現場でのノイズが少ない帯域でもあり、一般的な近接センサが使用できる環境であれば問題なく使用できる。また、金属に埋込みが可能な直径 8mm レベルのタグや 150℃の耐熱性を有するタグもあるため、この方式は幅広いアプリケーションで使用できる。

交信距離は前述の通り、最大でも 100～150mm レベルなので、きちんと位置決めができるラインでの使用が前提となる。また、交信速度は 10Kbps レベルであり、高速搬送ラインで使う際は、読み書きできる情報量の制約がある。

また、アンテナの近くにこの方式と同様の周波数を持つ近接センサ等が存在すると、相互干渉を起こし、交信エラーとなることがあるため、近接センサの近くにアンテナを設置する際には異周波タイプを使用するかアンテナから近接センサを物理的に離す必要がある。

国際標準という点からみれば、この周波数帯域は ISO/IEC において定義されていない。そのため、国際物流等には使用できないが、一般的な製造現場では国際標準のタグを使用する

必然性は無いので、クローズドなアプリケーションで使用することは全く問題ない。

なお、電波法上、一部の国での使用制限があるので事前に ID メーカーに確認した方が良い。

13.56MHz 帯のタグ等が最近、注目されてはいるが、国内の FA 現場で最も多く採用され、実績面で安心して使用できる電子タグは、実はこの電磁結合方式である。

### 6.3 電磁誘導方式の特徴

電磁誘導方式には、大別して 2 種類の周波数帯がある。一つは、1990 年頃に登場した 124～135KHz 帯 (LH 帯) の電子タグ。そしてもう一種類は、13.56MHz 帯 (HF 帯) である。

図 6-2 に電磁誘導方式の原理図を示す。

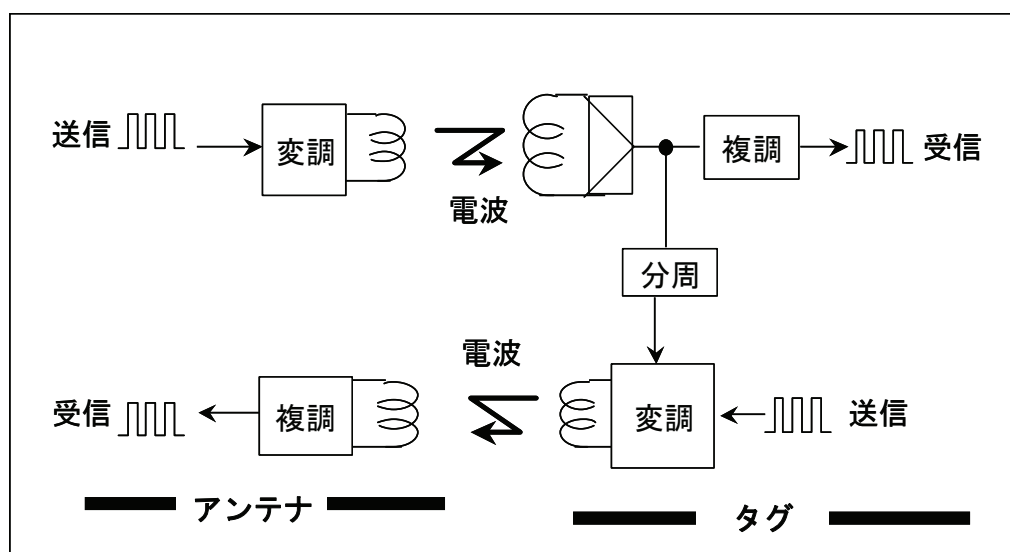


図 6-2 電磁誘導方式の原理図

なお、電磁誘導方式の場合には、周波数によって大きく特徴が異なるために、ここでは別々にその特徴を述べる事にする。

#### (1) 周波数 125～135KHz 帯 (LF 帯) の電磁誘導方式の特徴

この方式は、実力的には電磁結合方式よりも長距離交信ができるのが特徴の一つである。例えばアンテナのサイズを A4 サイズに、タグのサイズを葉書サイズにすれば約 1 m の交信距離が実現できる。しかし、この方式は、インバータノイズやスイッチングノイズの周波数帯 (100KHz 帯近辺) と近い周波数なので、その特性を十分に理解しないでこの方式の電子タグを採用したユーザにおいては、現場で交信ができない、あるいは交信距離が低下して使いものにならない等のトラブルが発生することがある。見方を変えれば、机上での実験結果と現場での

実態とに大きなギャップを生じる可能性が高い方式とも言える。

しかし、この手の商品を市場で販売している ID メーカーの中には、このような特徴をきちんと把握し、「ノイズチェック機能」という特殊な機能を付加しているところもある。この「ノイズチェック機能」とは、簡単に言えばアンテナ受信信号の S/N 比をモニタすることで、アンテナ周囲のノイズ環境が良いか悪いかを 00～99 の数値でチェックできるといったノイズ環境モニタ機能である。そのため、この機能を使えば、事前に最適なアンテナ設置場所の選定が可能で FA の製造工程でも問題なく使用することができる。

さて、この方式ではアンチコリジョン機能を搭載している製品も多いため、一括精算が可能な回転寿司のお皿の中に埋込む、といったアプリケーションでも活用されている。また、タグの形状に関しても棒状のスティック型が実現できるため、半導体の 300mm キャリア (FOUP) 管理や動物、ペット等への埋込みといったアプリケーションでも採用されている。また、それ以外にも 180°C レベルの耐熱性を実現し、リネンサプライ品の管理等でも使用可能な製品もある。

なお、この周波数帯の方式は、ISO/IEC 18000-2 で定義された世界標準化の一つとなっており、かつ電波法の観点からも問題なく使用できる国が多い。

## (2) 周波数 13.56MHz 帯 (HF 帯) の電磁誘導方式の特徴

この 13.56MHz という周波数帯は、微弱無線局以外では国内での使用が認められていなかったが、数年前に IC テレホンカードが登場した際に電波法の改正がなされて初めて利用できるようになった。また、ISO/IEC 14443、15693 といった非接触 IC カードの世界標準規格が先行して決まっており、その技術を応用した電子タグ化への横展開がなされた。そして、改めて国際的にも電子タグ用途として正式に使われる周波数帯域になり、その後 ISO/IEC 18000-3 という世界標準タグの一つにも認められたことで急速に 13.56MHz 帯の電子タグが注目され始めた。少し解りづらい表現になったかもしれないが、非接触 IC カードと電子タグの世界標準化は、ISO/IEC の世界では異なる委員会では審議しているため、あえて切り分けて述べることにした。さて、国内においては JR 東日本の Suica、JR 西日本の ICOCA、あるいは Edy カード等の各種非接触カードにも採用されている周波数帯である。また、電波法に関しても欧米の規定値に近いレベルまでアンテナから出力が出せるように改正されたため、50cm レベルの交信距離を電池レスのタグで実現できるようになった。

この方式の大きな特徴は、長距離交信が可能だということに加えて、世界標準化対応によるタグの低価格化 (100 円以下)、およびアンテナの前に存在する複数個のタグを同時に読み出せるマルチアクセス機能が実現できるという点で、今後、物流関連や流通関連等での活用が増

えてくると思われる。

ところで、先程、非接触 IC カードについて記載したが、13.56MHz 帯の電子タグも、非接触 IC カードの世界と同様に、大きく 2 つのタイプ（厳密に言えば非接触 IC カードには 3 種類があるが、密着型はほとんど使われていない）に分類される。一つ目は、非接触 IC カードと同様に高速交信を重視し、セキュリティ性に優れた高機能・短距離タイプ、二つ目は交信距離を重視し、50cm の交信まで可能な中機能・長距離タイプである。

前者の場合には、交信距離はあまり長くなく、5cm 程であるが、アンテナタグ間の交信速度は 106Kbps や 212Kbps と非常に速い。例えば、212Kbps の交信スピードであれば、10 バイト程度の情報の読み書きに、わずか 10m sec (1/100 秒) 以下しかかからない。そのため、アプリケーション的には交信距離が短くても交信時の位置決めが可能な場合に限定されるが、高速搬送ライン等での使用には最適な機種だと言える。

一方、後者は電池レスタグで 50cm レベルの長距離交信が可能なタイプであり、交信速度は約 27Kbps レベルのものが多い。なお、このタイプは電子タグ用の IC を開発しているメーカーも多いため、最近、様々なメモリ容量、メモリ種類の電子タグが存在している。さらに、世界標準化に対応した機器が多く、メーカー相互間の製品互換性も高いために流用性にも優れている。また、電子タグの価格もインレットレベルでは数 10 円の低価格を実現していることも特徴として挙げられるだろう。これも、ISO/IEC における世界標準化のメリットの一つと言える。また、ほとんどの機器がアンチコリジョン機能を搭載しているために、アンテナの前に存在する複数個の電子タグ情報を一括で読み出すこと等が可能であり、この特徴を活かした物流、流通における商品の一括検品等のアプリケーションへの活用が期待されている。

このように 13.56MHz 帯の電子タグは非常に注目度も高く、今後期待されているタイプの一つであるが、残念ながらこのタイプの性能も完璧とは言えない。

この種の電子タグの多くは、1 チップ IC とコイルで構成されるようなシンプルな構造となっている。そのため、低価格で電子タグを造り易い。その反面、設計の仕方によっては、タグのバラツキ、具体的に言えば交信距離のバラツキが大きくなり易い。一般的に電子タグの交信周波数は、コイルの L 成分とコンデンサ C 成分の掛け算で決まるが、このタイプは IC 内にコンデンサを生成する形となっており、チップコンデンサを外付けで実装しているのではない。しかし、IC の場合には、そのプロセスやロットによって特性も変わり易いため、このコンデンサ C 成分にも当然バラツキが生じてしまう。その結果、L 成分と C 成分とで決定される周波数がばらつくことで、アンテナとタグ間で規定した交信周波数にずれが生じてしまい、電子タグによって交信距離が異なってしまふ、ということになるのである。さらには、電子タグをより低価格化するために、特性の優れた銅製ではなくアルミ製のコイルにしたり、コイル部をエッチング加工ではなく印刷にしたりするタグも多く、これも同様に交信距離のバラツキの要

因になりやすい。そのため、このタイプの電子タグを使用する際には、予め交信距離がばらつくことを考慮して、余裕を持った設置をする必要がある。極端に言えば、実力が 50cm なら 30cm 位で、20cm なら 10～15cm 位の設置距離で使うような形である。

また、13.56MHz と周波数が高いために、特性的には電子タグへの加工時に表面を覆うラミネートやプラスチック材質によっても C 成分等が微妙に変化するため、それによって交信距離が低下することがある。また、電子タグの表面に別のプラスチックがあったり、水分等が付いたりした場合にも少しではあるが交信距離影響があることも是非、知っておきたい事実である。

なお、このタイプの場合には、ゲートアンテナ等も長距離交信という目的で使われる事が多いが、長距離交信をする際にはどうしてもアンテナから遠距離に存在する電子タグから返信されてくる信号が微小になるため、ノイズ等の影響を受け易く、アンテナ側の受信 S/N 比が低くなってしまふ。そのため、13MHz 帯だからどんな状況でもノイズに強いとか常に安定した交信ができるとは言えなくなってしまう。確かに FA 現場などでも 13MHz 帯のノイズは少ないが、特にこのタイプで長距離交信ができるといった機器については、是非、採用する前に他の方式と同様に十分な事前検証をしておく必要があるだろう。

また、セキュリティ、あるいはプライバシーと言う点から考えてみると、世界標準化された電子タグということから、場合によっては誰でも電子タグに格納されている情報をアクセスできる。つまり、この種の電子タグや非接触カードが安価だからといってセキュリティ用途や企業内のトレーサビリティ用途に採用すれば、内部情報を第 3 者に見られる可能性があるということになるので注意が必要である。セキュリティ情報や企業内での内部情報を電子タグに格納する際には、予め自社で解読できない形式の情報に変換しておく方が良いだろう。なお、電子タグ自体が予め有している唯一無二の固有 ID を活用した情報管理をしておくことも対策の一つである。

#### 6.4 マイクロ波（電波）方式

図 6-3 にマイクロ波(電波)方式の原理図を示す。

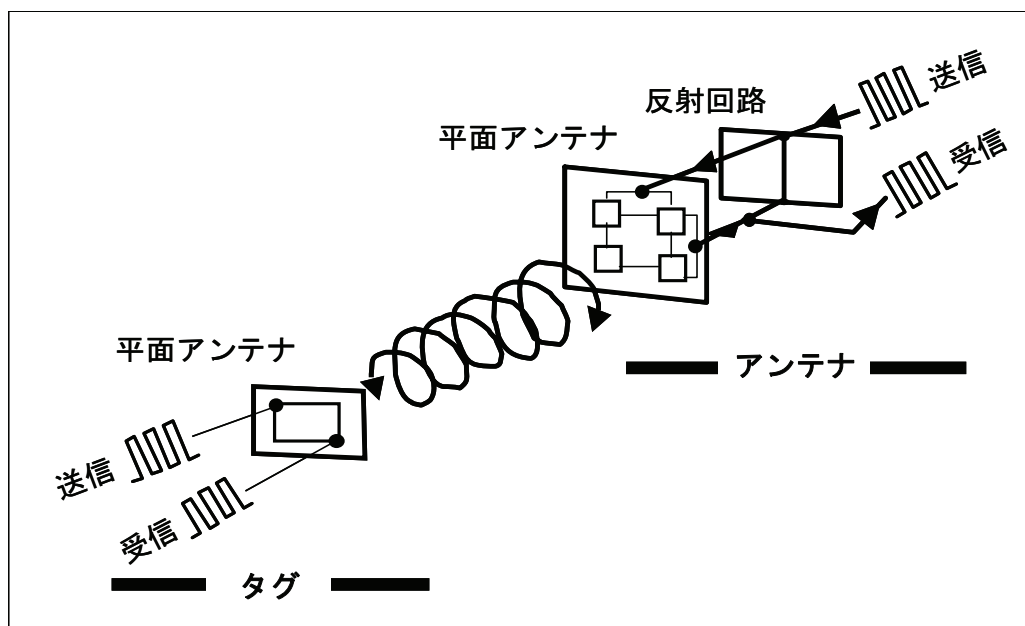


図 6-3 マイクロ波（電波）方式の原理図

マイクロ波方式は、JISにおいて「マイクロ波帯又は準マイクロ波帯の電波によって交信する方式」と定義されており、この方式は電磁結合方式と同様に国内で採用され始めた歴史が古い。マイクロ波方式の電子タグは国内で自動車業界における車体組立、検査工程で最初に採用されたのが恐らくルーツで、それは1987年頃からである。国内では電波法上、2.45GHz帯（UHF帯）の周波数が使われているが、マイクロ方式は電子タグの中では最も長距離交信距離ができるタイプである。

しかし、1987年当初の商品は電波法における構内無線局対応の機器が多かったために、ユーザが使用する際には毎回、構内無線局の開局申請が必要であった。当時は、現在のような規制緩和が進んでおらず、かつ申請先である地方電波監理局におけるIDに対する認知度もあまり高くなかったために、このIDに関する構内無線局申請申請手続きは非常に大変だった。しかし、規制緩和やIDに対する認知度が向上してきたために構内無線局開局申請がかなり楽になった。また、ID機器においても特定小電力無線局に対応したものが登場したことで免許開局申請が不要になり、ユーザにとっては採用時の利便性が向上した。

なお、JISに定義されているようにこのタイプはマイクロ波方式と呼ばれるのが一般的だったが、最近では900MHz帯（UHF帯）や400MHz帯（UHF帯）の電子タグも注目されてきており、これらを総称して電波方式という呼び方をすることも多くなってきた。そのため、ここではマイクロ波（電波）方式という記載にしている。

さて、マイクロ波（電波）方式についても電磁誘導方式と同様に、周波数帯によってその特

徴が異なるところもあるために、2.45GHz 帯と 900MHz 帯、および 400MHz 帯の3つに分けて説明する事にしたい。

(1) 周波数 2.45GHz 帯 (UHF 帯) のマイクロ波方式の特徴

この方式は数 m レベルの長距離交信が可能であることが魅力だが、このタイプの製品は大別して2つに分けられる。それはタグに電池を搭載しているか否かである。例えば、5m の安定した読み書きを実現するにはタグに電池を内蔵したタイプでなければ難しい。電池を内蔵していないタイプは一般的に 2m 程度の読み出し距離になる。

それでは初めに、電池を搭載したタイプについて簡単に説明しよう。

前述のようにタグに電池を搭載したタイプは、5m レベルの交信が可能である。電池を搭載しているために、多少タグの価格も高額になるが、このレベルの製品になると前述の電波法上でもユーザでの免許開局が不要な特定小電力無線局対応のものが多いため、自由にどこでも使う事ができるというメリットがある。電波法上では特定小電力無線局でのアンテナ出力規定が 10mW 以下となっている。また、電池内蔵タグの場合には、無線 LAN 等から出ている信号をタグが受けた際に、タグが勝手に動作モードに入ってしまう、タグに搭載された内蔵電池が知らない間に消費してしまうといった問題が発生することがある。しかし、一部の製品ではこのような課題に対して、タグに本来のアンテナから来た信号とそれ以外の機器から来た信号とを区別し、アンテナ以外の機器から来た信号を受けた場合には、自動的にスリープする（動作モードから解除され待機状態になる）といったような外来電波の影響によるタグの電池消費防止機能が付加されているものがある。

次に、電池レスタイプの特徴について説明する。

最近、タグに電池を内蔵していない比較的低価格なタイプも市場で多く見かけるようになってきた。このタイプは一般的に 2m レベルの交信を実現している。しかし、タグに電池を搭載せずに 2 m レベルの交信を実現するには、アンテナから大きなパワーを提供しなければならないので、一般的にはユーザでの免許開局が必要な構内無線局対応機器になる。構内無線局対応の場合には、特定小電力無線局機器よりも数 10 倍強い出力をアンテナから発生している。なお、電波法上は、構内無線局の場合には 300mW というアンテナ出力規定になっている。つまり、アンテナからの出力が大きいということは、アンテナから発せられた電波が金属や障害物で反射、あるいは干渉する確率が非常に高くなるということである。そのため、狭い場所や周囲金属が多い場所でこのタイプを使用する際には、電波の反射や干渉に十分に留意する必要がある。

マイクロ波方式は長距離交信ができる反面、このような特徴を知らずに導入すると現場では

大変なことになる可能性があるので、このことはきちんと認識しておく方が良いでしょう。また、電池レスタイプが電池内蔵タイプの製品と大きく異なる点に読み出し距離と書き込み距離との差がある。電池内蔵タイプの場合の交信距離 5m というのは、読み出し時も書き込み時もほとんど同じである。しかし、電池レスタイプの場合には、読み出し時は 2m、しかし書き込み時は 1m といったタイプが多い。そのため、実際の現場でタグに情報を追記するような使い方で、かつ安定した交信をするためには、これらのタイプは現実的には数 10cm でしか使用できない可能性があることを知っておく必要がある。

さて、次に 2.45GHz 帯のマイクロ波方式に共通する特徴について述べたい。

この方式では、やはり電波の反射、および水分等による交信距離低下に最も注意が必要である。また、最近では無線 LAN や Bluetooth 等が現場で使用される機会も多いため、電波干渉にも十分留意しなければならない。

前述の通りマイクロ波方式は長距離交信ができることが大きな特徴である。しかし、アンテナ前面、あるいは周辺に金属体や反射率の高い障害物が存在すると、アンテナから発せられた電波が反射して本来数 m の交信しかできないものが、数十m離れたところまで電波が到達してしまうことがある。つまり、アンテナと対向した正面にあるタグだけと交信したつもりが、数十m離れた場所に存在するタグにも同一の情報を書き込んでしまった、ということが実際に現場では発生するのである。また、アンテナの設置においては、アンテナとアンテナとの間を十分に離しておかなければ、隣のアンテナから発せられた電波がまわり込み、交信エラーが多発してしまうといった不具合も発生してしまう。さらには、同様の周波数帯で運用している無線 LAN 機器がアンテナに隣接している際にも同様の電波干渉が起り易くなり、全く交信ができないといった現象が発生する。マイクロ波方式の ID を取り扱くと、「電波は生き物である。」ということが実感できるだろう。

なお、マイクロ波方式の場合に、対象のタグ以外に情報を書き込まないようにするには、アンチコリジョン機能を搭載してタイプを選定すればよい。アンチコリジョン機能を搭載している機器は、指定した RF タグにだけ情報を書き込むといった電波干渉対策も施していることが多いので、この機能（コマンド）を活用することが重要であることを追記しておく。また、電波干渉に対して、製品によっては、アンテナタグ間の交信環境状態を測定し、アンテナが設置されている周囲環境のノイズや電波干渉の状態を簡単に把握することができる便利な機能を搭載している機種があることも紹介しておきたい。

さて、次にマイクロ波方式に共通なもう一つの注意点として挙げられる水分の影響について説明しておこう。

2.54GHz 帯のマイクロ波は、家庭用の電子レンジにも使われている周波数帯である。そのため、タグが付けられる対象物の状態で交信距離が変化する。例えば衣類や紙製の本等にタグ

を付けて管理するアプリケーションの場合では、布や紙が乾燥している時と水分を含んだ状態とでは交信距離が大きく変わってしまうのである。そのため、管理する対象物を読み書きするためにアンテナを設置する際に、それらが乾燥した状態だけで評価をして設置位置を決めるなど、システム構築をしてしまうと、次に対象物が水分を含んだ状態になって流れてきた時にまったく読み書きができないような状況に陥る可能性があるため、十分な注意が必要である。

また、人間の入退出管理等にマイクロ波方式を採用する時にも同様に留意しなければならない。入退室管理用途等において人間にタグを持たせて、ゲートの離れたところに設置したアンテナからそのタグ情報の読み出しをするようなアプリケーションでは、タグ（カード）とアンテナ間に別の人間が居ると情報が読めなくなる。また、人間がタグを胸ポケットに入れてアンテナに対して後ろ向きに立っているような状態でも同様にアクセスができなくなる。その理由は簡単で、人間の身体は約 70%が水分であり、マイクロ波の特性上、水分を通しては交信ができないからである。最近では、マイクロ波方式の ID を活用して行われた実証実験で紙製品、野菜、飲料等の管理を行った実験の多くで、その評価結果が期待に沿わなかったというような話を聞くが、はっきり言えば、これは方式の選定ミスなのである。マイクロ波方式は水分を含む対象物の管理には不向きなのである。

最後になるが、世界標準化においては ISO/IEC 18000-4 で 2.45GHz 帯の世界標準を規定している。また、電波法の面では、2.45GHz 帯を使用できる国は比較的多いが、国によってアンテナから出せるパワー規定や使える帯域等が異なっていることもあるので、場合によっては日本と同様の交信距離ではアクセスできないことがある。そのため、海外で使用する際には事前に調査をしておく必要がある。

## （2）周波数 900MHz 帯（UHF 帯）の電波方式の特徴

次に 900MHz 帯（UHF 帯）について説明する。900MHz 帯については、以前は国内の電波法上、RFID としては使用できなかったが、2005 年 4 月から 952MHz～954MHz 帯が RFID として使用できるようになった。しかし、この周波数帯域は日本における携帯電話の周波数帯域であるため、わずか 2MHz の帯域しかない。UHF 帯の RFID が最も進んでいる米国では、26MHz 程度の帯域が割り当てられ、周波数ホッピングが可能であるのに対して、2MHz の帯域しか使用できない国内においては、恐らく UHF 帯の RFID としてのパフォーマンスを十分に発揮できない可能性が高く、かつただでさえ干渉や反射が多いために、残念ながら実際のアプリケーションで果たして本当に使いものになるのかという疑問が残る。また、この帯域の特性は、前述のマイクロ波方式に類似する点が多いために、電波の反射、干渉、あるいは水分等の影響に関しては、マイクロ波方式の特性と同様に留意が必要である。

また、UHF 帯の RFID の場合には、電池レスタイプのタグであるにもかかわらず、交信距離（読み出し距離）が 5m 以上を実現できるということから、アンテナが発する電波出力は国内の電波法では 4W と非常に高いレベルになる。そのため、マイクロ波方式と同様にアンテナ間の干渉や周辺金属や障害物での反射も大きく、その影響度は本当に予想が付きにくい。また、UHF 帯の RFID に関しては、今年度に様々な実証実験が今年度に行われているが、その結果から判断しても電波の反射や干渉、あるいは水分の影響に対する懸念事項が浮き彫りになってくる。

しかし、このような状況であるにもかかわらず、全ての商品に UHF 帯の電子タグを付けて管理するといった安易な発想が世の中を賑わせており、今後は大きな不安が残る。恐らく国内で UHF 帯の RFID を使うのであれば、大型のコンテナや大型貨物といったアンテナの干渉をあまり気にしないでもよいアプリケーションからスタートした方が、そのパフォーマンスを発揮できるだろう。

UHF 帯の RF タグは、長距離交信とタグの低価格化という点では非常に魅力的ではあるが、実際に採用する際には、このような懸念事項に対して十分な事前検証をすることが必要である。決して表面的なスペックや価格だけで採用しないことである。

2005 年 4 月に電波法が改正されたことで、これから UHF 帯の RFID の実力が明確になるだろう。なお、電波法上は、ユーザによる無線局開局申請が必要になるので、使用場所や運用についても多少の制約があるので留意しておかなければならない。

また、この周波数帯域の RFID については、ISO/IEC 18000-6 という形で国際標準が規定されている。

### (3) 周波数 400MHz 帯 (UHF 帯) の電波方式の特徴

最後に 400MHz 帯 (UHF 帯) の RFID について説明する。この帯域は、国際標準としては、ISO/IEC 18000-7 として規定がされており、厳密には 433MHz 帯がその対象である。しかし、現在、国内では電波法上 433MHz 帯はアマチュア無線の帯域であり、RFID としての使用は認められていない。

そのため、国内では同様の製品として 300MHz 帯を使った微弱無線局対応の RFID が採用されている。恐らく、433MHz 帯の製品については 300MHz 帯の製品と類似していると思われるので、ここでは 300MHz 帯の製品をベースにその特徴を述べることにする。

300MHz 帯の製品はアクティブタグがメインとなっている。アクティブタグというのは、パッシブタグのようにアンテナから電力供給を受けて動作するのではなく、タグに電池を搭載

して、タグが自ら電波を発するタイプのタグである。そういう意味では **RFID** というよりも無線器に近いかもしれない。国内では前述の通り、微弱無線局での取扱いになるため、アンテナの出力も低いため、アンテナとタグとの交信距離は 10～数十 m といったところである。一般的にこの手の製品は、タグにメモリを搭載するという形よりも、タグの識別コードのみを搭載している、いわゆる **Read Only** 型となっている。つまり、アンテナの周囲に存在するタグを検知する、といった使い方になる。また、一部の製品では電界強度、つまり個々のタグから返ってくる電波の強さを把握できるために、タグがアンテナの近くに有るか否か、あるいは3台のアンテナを使用すれば、タグがどのロケーションに有るか、といったロケーション管理にも使用できるが、残念ながらその精度についてはまだまだ課題が残るレベルである（特に障害物がある時）。

しかし、**300MHz** 帯は、それ以外の方式に比べて、タグの方向性に対する制約が少なく、障害物等があっても電波の回り込みも大きい。かつ水分の影響も **UHF** 帯と比較してもまだ少ない。さらに今後電波法が改正されることになれば、現在の微弱無線局対応の製品よりもパワーが出せるので交信距離や交信領域が拡大し、現状よりも交信状態が安定する方向になると期待できる。現状は、一台のアンテナの周囲に存在する数十個以上のタグの存在が検知できるが、将来的には個々のタグの位置検知、いわゆるロケーション管理がより高い精度でできるとなれば、様々なアプリケーションへの応用が考えられる。

一例を挙げれば、倉庫内における部品や製品管理、車両プールを始めとする広領域（エリア）でのロケーション管理用途等として非常に魅力的なツールになると思われる。

## 6.5 光方式

最後の方式として、**JIS** においては定義がされてはいないが、光方式の **RFID** を紹介する。光も電磁波の一種だと解釈すれば、光方式も **RFID** だと言える。この方式は、アンテナやタグの投光側に **LED** を、受光側にはフォトトランジスタやフォトダイオードを搭載している。そのため、原理的には光リモコンや光電センサの技術の応用だと考えられる。図 6-4 に光方式の簡単な原理図を示す。

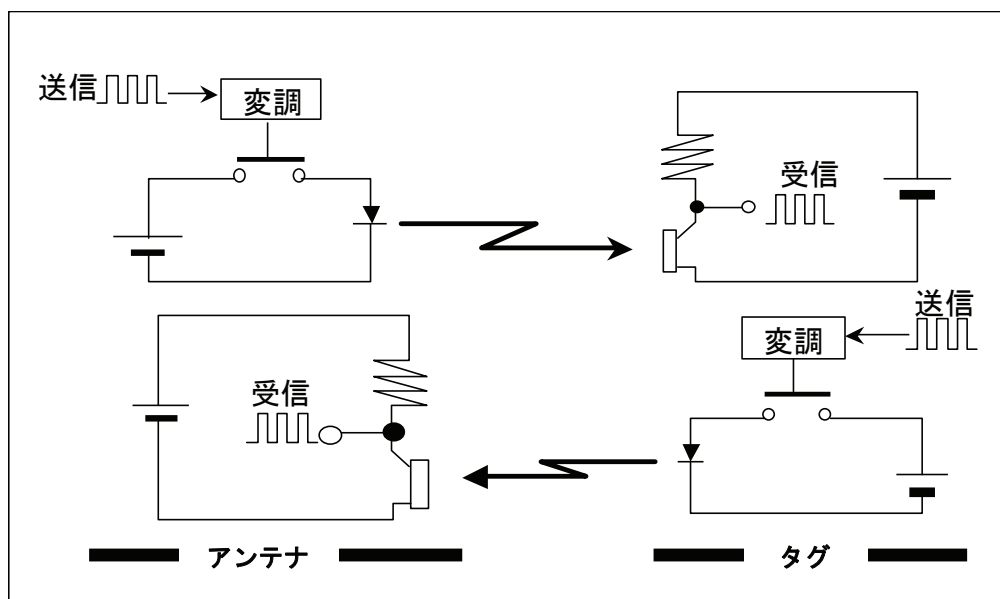


図 6-4 光方式の原理図

それでは、ここで光方式の RFID が登場したルーツを紹介する。

光方式が市場に登場したのは、1988 年頃である。当時は、電磁結合方式の RFID が主に使われていたが、テレビのブラウン管を製造するライン等の場合、ハンガ搬送形式が採用されることが多く、ブラウン管を搬送する際にハンガにぶら下げられた部品が左右に揺れながら送られてくるため、交信距離が数 cm の電磁結合方式では交信距離が不足しており、使用することができなかった。このような課題に対して、交信距離 20~30cm を実現可能にした光方式が登場したわけである。また、一部のユーザでは、電磁結合方式のアンテナが発する電磁波の影響を気にしていたので、光だと安心ということで、特に、使用環境の良い家電/OA 機器製造ライン等を中心に光方式の RFID の採用が進んだ。

しかし、その後、長距離交信や高速交信が実現できる電磁誘導方式の登場により、それまで光方式が得意としてきた数十 cm の交信距離が必要なアプリケーションでの代用が可能になり、かつ価格やメンテナンス面で電池を搭載しなければ機能しない光方式よりも利便性が優れた電磁誘導方式の RFID にシフトしていった。そのため、残念ながら光方式は最近では余り使われなくなってしまった。

さて、光方式の場合は波長が約 700nm 程度の赤外線 LED を採用していることが多いため、アンテナや RF タグのレンズ部等が汚れたり、水分が付着すると交信距離が低下や交信できないといった問題が発生する。そのため、前述のように実際に光方式が採用されているアプリケーションの多くは、家電製品や OA 機器等を製造する環境の良い現場が多かった。

## 7. 周波数別の特徴比較チャート

これまで方式、あるいは周波数別にその特徴を述べてきたが、これらの特徴で特に課題となるポイント別に図 7-1 のようなチャートを作成したので、参考にしていただきたい。

本チャートは、電子タグを採用する際の機種選定に大きく関連する、①交信距離、②交信速度、③タグ価格、④タグサイズ、⑤耐ノイズ性、⑥耐外乱光、⑦耐水分、⑧反射・干渉、といった八つの切り口で周波数別に特徴を比較したものである。チャートの外側になる程、特性が優れている事を示している。

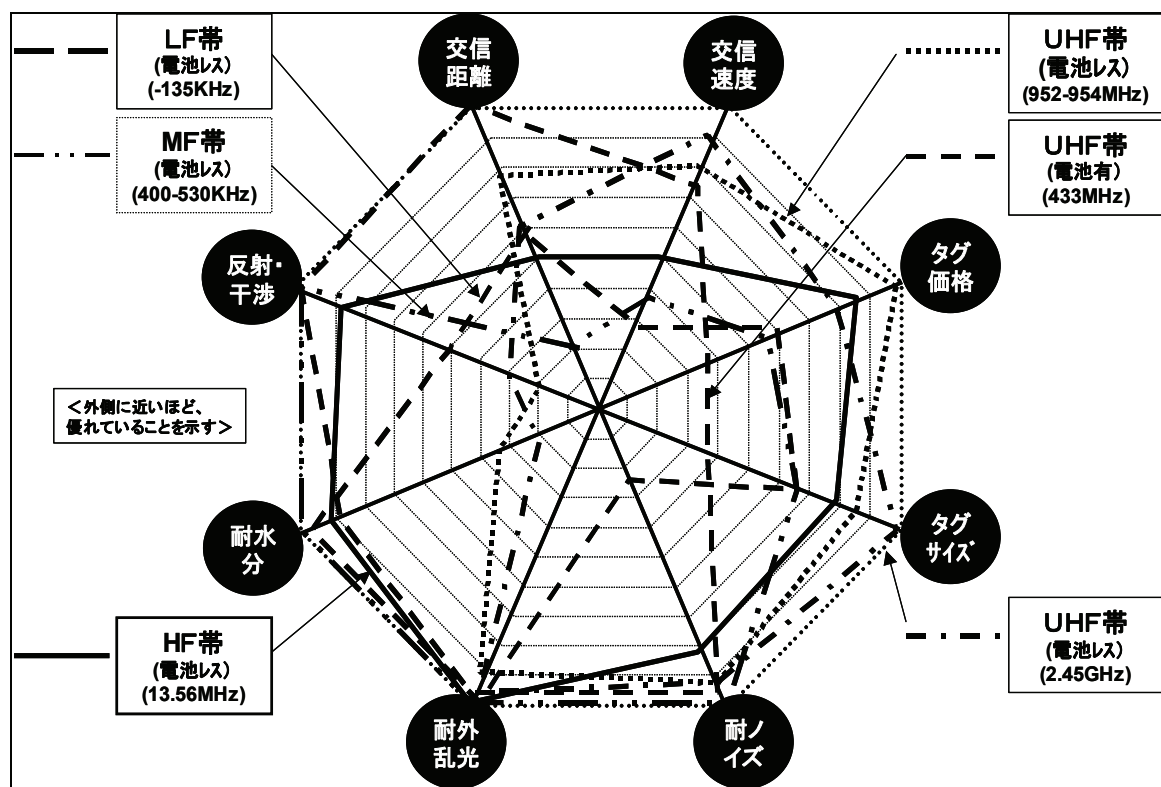


図 7-1 周波数別の特徴チャート図

## 8. 電子タグ採用時の注意点

～電子タグの導入に失敗しないために～

前項で、電子タグの周波数や方式別の特徴を詳しく説明したが、電子タグには良いところも悪いところも存在しているのを理解いただけたらどうか？

最近のメディアによる報道や展示会でのデモンストレーションを始めとする電子タグの紹介は、どちらかと言えばメリットしか訴求されていない。そのため、電子タグを使えば何でも実現できると思われるユーザも多いのは残念ながら事実である。そのため、本項では、電子タグが決して万能のツールではない事をいくつかのポイントに絞ってあえて説明することにする。電子タグに対する正しい理解をすることが、今後の電子タグ導入に失敗しないための近道なのである。

### (1) 金属の影響

基本的に電波によって交信をする電子タグは、金属を通しての交信はできない。つまり、アンテナと電子タグとの間に金属体があると、まったく交信ができなくなる。また、電子タグを取り付ける対象物が金属の場合には、背面の金属体により磁束のループが切られてしまうために、交信ができなくなったり、交信距離が大幅に低下したりすることがある。特に、薄型のラミネートタイプやカードタイプの電子タグの場合には、まったく交信ができなくなる。身近な例では、JRの電子乗車券をタバコと重ねてアクセスさせようとしたら、改札を通る事ができなかったというのと同じである。タバコの箱の中にはアルミ箔が使われており、そのアルミによって磁束が遮断されるからである。

しかし、電子タグにおいても金属の影響を受けにくい構造をしたものがある。冒頭に紹介した工作機械のマシニングセンタにおける工具管理の場合には、電子タグが金属の中に埋め込まれて使用されるにもかかわらず、きちんと交信をすることができる。交信距離は数mmであるが、そこでの交信信頼性は非常に高い。

それでは、何故、金属に埋め込んでも交信ができるのか？

このような電子タグの場合には、近接センサのシールドタイプと同じように、内部構造にフェライトコアというものを搭載している。単なるコイルだけでは背面や周囲に金属が有ると交信できなくなるのに対して、このフェライトコアでコイルを囲む事により磁束のループができるためである。

また、それ以外にも電子タグの裏面にアモルファスのシート等を貼り付けることで磁束のループを造ることもできる。なお、この場合には薄型の電子タグが実現できる。

## (2) 水分と交信距離との関係

前項で説明したが、電子タグの中には水分の影響を受けるタイプもある。つまり、アンテナと電子タグとの間に水分がある、タグが水中にある等のアプリケーションでは交信距離が大きく低下するなど、全く交信が出来なくなってしまうことがある。特に、2.45GHz帯、900MHz帯ではその現象が顕著であり、採用するアプリケーションにおける現場の状況を十分に把握しておく必要がある。

今、非常に注目されている UHF 帯 (900MHz 帯) が流通における商品管理等への応用で期待されているが、パックやボトルが主となる飲料水、あるいは水分を多く含んだ肉や野菜等の食材管理で十分なパフォーマンスを発揮できるとは思えない。そのようなアプリケーションでは、まだ水分の影響を受けにくい 13MHz 帯等の別の方式を選択する等の工夫が必要だろう。

また、セキュリティ管理を目的に人に電子タグを持たせて数mの距離からドアやゲートをアクセスするといったアプリケーションもあるが、このようなアプリケーションでは 2.45GHz 帯を使うことが多い。しかし、この周波数帯は水分の影響を受けるので人が後ろを向くなど、前に立っている人がいるとアクセスできない。人間の身体は約 70%が水分だからである。

ちなみに、125~135KHz 帯や 400~530KHz 帯は水分の影響をほとんど受けないので、FA の自動車、食品関連の工場でも数多く採用されている。

## (3) 電子タグの向きと交信距離との関係

一般的には、アンテナと電子タグとは対向しなければ最大の交信パフォーマンスを発揮できない。例えば、アンテナと電子タグが平行に対向した際の交信距離が 30cm だった場合、電子タグの角度がアンテナに対して 30 度傾くと交信距離は 20cm になる。さらに 60 度傾くと 10cm、アンテナと電子タグとの角度が 90 度、つまり垂直方向になると数 cm になるといった具合である。一般的な電子タグのカタログに記載されている交信距離は、アンテナと電子タグとが対向している場合の距離であり、実際に電子タグを使う場合には、アンテナや電子タグの設置に留意が必要となる。

FA 現場ではパレットやコンテナに電子タグを取り付けることが多いが、パレットのサイズが何種類か使われている時には搬送形態に工夫が必要である。パレットが斜めの向き、つまりアンテナと電子タグとが平行でない状態になったりすれば、100%の読み書きができなくなる可能性がある。このような場合には、コンベア上に可動式のガイドを設けて読み書きステーションでパレットをアンテナ側に寄せて交信距離を一定にするといった工夫が必要になる。

また、人に電子タグを持たせて数 m の交信距離で入退室管理等を行う場合には必ずアンテナと対向する向きに人が立たないとアクセスできないことになる。

技術的な観点から述べると、アンテナを平面アンテナではなく、3 次元的なゲート型アンテナにすることで電子タグの向きに左右されにくくすることは可能である。しかし、X、Y、Z 各方向のアンテナのマッチング等は非常に難しく、ゲート内のある部分では不感帯ができて読み出しができないという現象も生じやすいので注意が必要である。

100%の読み取りを目指すためには、運用でアンテナと電子タグとが常に対向するような仕組みを作ることが最良ではないかと思う。

なお、400 (300) MHz 帯の電子タグ (アクティブタグ) の場合には、その他の方式と比べて方向性に対する柔軟性に優れている。つまり、電子タグの向きがあまり交信距離に左右されないので、どうしても運用でカバーできない、あるいは電子タグの向きを統一できないようなアプリケーションで、かつ交信距離が数m以上必要な場合には非常に有効なツールになるだろう。

#### (4) バーコードとは敵か？

「電子タグ (RFID) がバーコードに代わる！」という記事を目にすることが多いが、果たしてこれは正しいのだろうか？

バーコードと電子タグとの決定的な違いは二つあり、一つは、情報を好きな場所で書き換えることができること。そしてもう一つは見えなくてもアクセスできることである。それ以外にも格納できる情報量が多い等のメリットがあるのも事実である。

電子タグの場合には、好きな場所で情報が非接触で書き込めるため、バーコードのようにラベラー等がある場所に移動させたり、タグを取り外したりする必要はない。また、見えなくてもアクセスできるという特徴は水や油が大量にかかる自動車ラインのような FA 現場でも安心して使えるということにつながる。また、流通の世界でも電子タグを活用した商品管理により、トレーサビリティの高度化や一括検品の効率化等を図ることも可能になる。

しかし、電子タグには大きな問題もある。それは情報が目に見えないことである。FAにおける自動化ライン等では人が介在しないため、情報が見える必要性は少ない。しかし、人が介在するセル生産工程や仕分け工程等では情報の目視確認が必要である。現在、市場に流通している商品にはバーコードのラベルや印刷がなされている。バーコードの下にはバーコードに格納された情報が数字化して見える形になっている。また、セル生産工程では作業指示書や部品情報等が文字とバーコード化されていることが多く、これも人による確認が可能である。

このような背景を考えると、バーコード等を活用している現状の管理システムが、すべて目

に見えない電子タグに代わることは考えにくい。また、電子タグにも故障はあるため、万一、電子タグが壊れたら何も作業ができないといった運用は有り得ない。つまり、電子タグを採用する際に、特に人が関与する工程ではバーコードのような目視可能なツールとの併用が基本となる。すべてのアプリケーションで、電子タグがバーコードに代わることはない。今後もバーコードと電子タグとは共存すべきものなのである。

(5) マルチアクセス機能は 100%ではない

マルチアクセス機能というのは、アンテナの前に複数個存在するタグの情報を一括でアクセスするといった機能である。よく展示会等で見かけるデモンストレーションにもある買い物カゴに買った商品を入れて、商品に貼付された電子タグの情報を読み出して一括精算ができる、といった紹介に使われる機能のことである。また、テレビ等では、冷蔵庫に収納された食材に電子タグを付けておき、冷蔵庫に入れっ放しで食材の賞味期限が確認できる、といったような紹介がマルチアクセス機能を使ったものである。

マルチアクセスの原理は簡単に言えば、電子タグに格納された固有 ID 情報により、個々の電子タグが別々のものだと言うことを認識できることがベースになっている。しかし、もしもアンテナの前に存在する電子タグを全て認識できなかつたらどうなるか？その時には読みこぼし等が生じるのである。先に述べたように、金属や水等の影響がある周囲環境やアンテナとタグとの向きによってはきちんとアクセスできないことがある。

それでは、買い物に行って、商品を買物カゴに入れる際に、フライパンのような金属製の商品は買わないのか？あるいはパックに入った牛乳は買わないのか？さらには、買った商品を買物カゴに向きを合わせて整列させて入れるのか？あるいは、買う商品を一個一個カウントして買物カゴに入れるのか？

このようなことは有り得ないと言っても過言ではない。つまり、前述した電子タグのきちんとしたアクセスをするための様々な制約条件がほとんど満たされない環境になるのである。つまり、マルチアクセスという機能があっても、アプリケーションによっては 100%の読み出しが出来ないので実際には使えないということになる。

マルチアクセス機能を十分に活かす為には、まず、読み出したい対象の数量が事前に把握できていることが必要である。対象物が 100 個あるという事前の EDI 情報が存在し、実際にアクセスして読み出した情報が 100 個あれば 100%読み取ったと判断できる。しかし、98 個の情報しか返ってこなかったら、2 個は読みこぼしたということが把握できる。

現時点でマルチアクセス機能を上手に使うには、運用でカバーするしかない。事前の数量情報が把握できる環境を整備することが不可欠なのである。

－ 禁無断転載 －

表題 製造業における電子タグ使用にあたってのガイドライン  
(MSTC/FAOP 2011 [June 8, 2005])

発行 2005年(平成17年)6月8日

発行者 F Aオープン推進協議会  
財団法人 製造科学技術センター内  
〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-11-15

※2005.08.01より上記住所に移転

電話 (03) 5472-2561