

F A O P 生産システムにおける
電子タグの活用調査研究会
成果報告書

平成 1 7 年 6 月

F A オープン推進協議会

<はじめに>

本研究会は、FA オープン推進協議会（FAOP）において生産システムにおける電子タグの活用可能性を調査する目的で設置された。ここで使われている「電子タグ」とは RFID（Radio Frequency ID）のみならず、バーコード、二次元シンボルも視野に入れたものである。

調査の目的は、FAOP における専門委員会設置の課題を見つけることである。具体的には、生産システムにおける電子タグを活用するために必要な活動であり、電子タグを有効に活用するためのインフラ作りである。

本報告書は、2003 年秋から 2005 年春までの 1 年半にわたる調査結果の報告であるとともに、その調査結果から得られた FAOP における活動の提案である。その提案は、

- 1) 電子タグ活用のためのミドルウェアの標準化活動
- 2) 電子タグ活用のための啓蒙活動及びガイドラインの作成

である。以下、このような提案に至った経緯および調査結果の概要を示す。

<概要>

研究会の活動は電子タグの現状把握から始まった。一つは生産システムにおける過去の活用例の調査であり、もう一つは電子タグ自体の標準化活動である。その結果、生産システムにおける電子タグの導入は 20 年程度以前から特定の分野で行われており、その分野のユーザ、ベンダともに豊富な使用経験を持つことが判明した。同時に、標準化は流通・販売業主体で進んでいるため、生産側は標準化されたタグを現場でどのように使うかが重要なことが判明した。また、電子タグと称されているものは、形状、機能、性能などに多くの種類があり、現場の状況や使用目的に応じて取捨選択をする必要があることが分かった。加えて、設置にもノウハウがあることも分かった。

電子タグの技術の進歩とコストの低下で、特定分野以外の広い生産システムでの電子タグの活用の可能性が開けている。しかしながら、電子タグの使用経験の不足と多種類のタグの存在が、活用を妨げているとの認識に至った。

タグ自体のコストは低減されたが、タグ情報を上位の情報管理システムと連携させる部分にコストがかかるとともに、その連携部分が各社ごとに異なることが、ユーザの投資を躊躇わせる原因の一つである。つまり、電子タグを生産システムに活用するためには、電子タグの多様性を吸収するミドルウェアが必要である。これは、一つの生産システム中でも複数の種類の電子タグを使わざるをえない現況において不可欠なものである。この違いを吸収するミドルウェアが提供されれば、技術や用途、時代に応じて電子タグを交換しても情報系は変更無しで済ませることができる。実際に、このようなことを意識したミドルウェア製品が数社から販売され始めている。本報告書にも日立製作所が作成した HitRimp と呼ばれるミドルウェアの概要を含めている。

しかしながら、現在販売されているミドルウェアは対応するタグが限定されている。早急に多数のベンダの技術とユーザの要望を踏まえた標準化が必要である。そして、日本の製造技術の優

位性を維持するためにも、このようなミドルウェアの国際標準化活動が不可欠である。その観点から、先にあげた1)項を、本研究会からの提案とした。

もう一つの2)項は、新規に電子タグの活用を考えている方々のためのものである。本報告書でも、オムロンの大塚委員に長年の経験と知恵に基づいた電子タグの活用方法を執筆いただいた。加えて、アンケート調査および事例調査を行った。これらは、電子タグの導入を検討されている方々に有用である。もっとも、応用先が爆発的に拡大しつつある電子タグの速やかな展開のためには、さらに多数の業種の多様な応用事例をフィードバックする必要がある。また、電子タグ自体だけでなく、それを含む情報システムや生産システムの事例も欠かせないものである。タグ自体の進化と情報システムの進化が両輪となって、変化が加速していく分野だと確信している。そして、そのような分野に指針となるガイドが必須だと考えている。

以上、本報告書の内容を概観した。本調査研究を通じて感じたことは、販売や流通が電子タグで変わりつつあるという現況であり、それにひきずられる形で製造業において電子タグを活用せざるを得ない現況である。これは、製造業における製造業のための電子タグの活用とは次元が異なる変化であり、その変化を製造業が乗り切るためにFAOPでの活動が不可欠である。

最後に、本調査研究の実施に支援を頂いた日本自転車振興会及び製造科学技術センター、また本報告書の作成に協力いただいた委員各位並びにアンケートや事例調査に協力いただいた関係者各位に謝意を表したい。本報告書が製造業における電子タグの新しい展開の始まりになれば、委員一同望外の喜びである。

平成17年6月

FAOP生産システムにおける電子タグの活用調査研究会
主査 新 誠一(東京大学大学院 助教授)

本報告書は、日本自転車振興会からの補助により、財団法人 製造科学技術センターが調査研究を行った「平成16年度製造業における情報技術活用促進補助事業」の調査報告書の「 . 情報統合・情報連携の技術環境に関する調査研究(製造業における電子タグの活用に関する調査研究)」の本旨にその後の調査結果(8~10章)を加筆し、FAオープン推進協議会の報告書としてまとめたものである。

目 次

1. 事業運営体制.....	1
2. 現在の製造業における生産システム課題について	2
2.1 各業界が抱える事情.....	2
2.2 製造業におけるニーズの構図	3
2.3 電子タグやバーコードを必要とする製造業でのニーズ	10
3. 電子タグの区分と種類と動向.....	23
4. 生産現場における使用状況調査方法とその結果及び使用事例.....	26
4.1 アンケート内容について.....	26
4.2 アンケートの方法について	27
4.3 調査対象ユーザの選定	27
4.4 アンケート調査結果.....	28
4.5 ヒアリング調査の被調査者の意見	31
5. 使用事例.....	34
5.1 人的ミス撲滅事例	34
5.2 シール式からのカイゼン例.....	35
5.3 工具類管理カイゼン例	38
5.4 倉庫及び加工管理システム導入例	39
5.5 牧畜管理システム事例	42
5.6 バーコード使用事例.....	43
6. 製造業の生産システムにおける電子タグの現在見えている課題について.....	49
6.1 現在見えている課題.....	49
6.2 その他の課題	50
7. 電子タグの生産システムへの応用調査研究への期待（アンケート結果より）.....	51
8. 電子タグ応用ソフトウェアプラットフォームについて	52
9. 電子タグ用ソフトウェアにおける今後の課題.....	55
10. 電子タグ調査報告書内で使用した専門用語の概要説明.....	56
付録 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	

1. 事業運営体制

日本自転車振興会及び製造科学技術センターの支援により、製造業における電子タグの調査研究を実施した。

(1) 委員名簿

- 主査

新 誠一 東京大学大学院 情報理工学系研究科 システム情報学専攻 助教授

- 委員

伊豫田一成 大日本印刷(株) 技術開発センター 生産総合研究所研究開発第1部リーダー

大竹 知之 トヨタ自動車(株) B R 生技室エンジニアリンググループ主担当員

大塚 裕 オムロン インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー
営業統轄事業部情報機器課 主幹

尾崎 公洋 オムロン(株) F A 情報センシング部開発グループ 主事

鈴木 康仁 アイシン精機(株) 生産技術部生技開発グループ計測チーム 係長

宮尾 健 (株)日立製作所 情報制御システム事業部情報制御システム開発部 主任技師

村上 譲司 横河電機(株) 技術開発本部 課長代理

村上 正志 (株)デジタル 企画本部事業企画部 V E C 事務局長

- 事務局

豊吉 隆憲 (財)製造科学技術センター F A オープン推進室 主席研究員

岡宗 秀一 (財)製造科学技術センター F A オープン推進室 課長

(2) 委員会活動状況

期間 2003年10月17日～2005年6月8日

回数 15回(うち、見学会1回)

2. 現在の製造業における生産システム課題について

この章では、各業界が抱える生産システムの課題について検討したことを報告する。

2.1 各業界が抱える事情

- 自動車業界はその地域の自動車を購入する消費者の経済的事情背景に大きく影響されるので、地域によってニーズが異なっている。日本や韓国や北米、西欧州では、隣の人と同じ機種の手を購入するというニーズから個人の好みを繁栄する多様化ニーズへ成長している。その為、RFID (Radio Frequency IDentification) やバーコード、二次元シンボルの実用も早い時期から取り組み生産現場でのカイゼンを容易にする環境を考慮していかなければならない。カンバンそのものも電子カンバンを採用し、トヨタ生産方式による生産現場のカイゼンレベルの成長に対応したソリューションを提供していかなければ需要を確保し続けることは難しくなっている。
- 自動車のデザインでも鋼板材質が進化したことで、薄くても構造的には搭乗者を守る構造となつて、奇抜なデザイン設計に対応できるようになっている。言い換えれば、自動車業界の要求で鉄鋼業界の新素材開発が進み、需要をさらに拡大させてきている日本の鉄鋼業界に比べて、北米の鉄鋼業界は製品開発投資をしてこなかった分、需要を無くしている危機に直面している。
- 医薬品医療品業界では、国内の消費者だけでなく海外の消費者への供給を展開していくことで、FDA (アメリカ食品医薬局) の査察対応を対策していくことで、CSV (コンピュータ・システム・バリデーション) を見直す必要が出ており、パイオの設備に関しては、かなり厳しい危険対策管理レベルのバリデーションを実施しなければならない。また、生産手法が確定しているので製薬製造工場はコストの低い海外に設営し、製品開発研究所とリンクして生産技術や生産装置の研究を継続していかなければならない試薬品製造ラインは、研究所がある日本国内に設営していくという方針はしばらく変わらないであろう。また、生産ラインは生産工程によって、異なる装置が並ぶラインでもあり、国際的マルチベンダな環境でもある。よって、装置間通信の標準化採用も要求される。
- 食品業界では、トレーサビリティがさらに重要視され、汚染情報が入ってから 3 時間以内に汚染範囲を特定することができる情報管理環境を実現しなければならない状況にある。しかも、社会責任での問題を一つでも犯してしまうと企業そのものの存続に関わる事態を作り出すことから、トレーサビリティへの投資はリスクアセスメントの上からも非常に高い位置を示す。実際にトレーサビリティができる環境を構築しようとするとなつながら装置やデバイスが存在し、人がその隙間をカバーしていることで、ポカミス危険を人の努力で回避している現状がある。
- 半導体製造業界では、製造技術の進化によって、製造装置の新規開発を繰り返しているタイミングがある。その新規開発製造装置の設計タイミングに関わらなければデバイス製品は採用されていかない。一端採用されると次の新規開発タイミングまで変わることはないと考えて良いだろう。

半導体製造業界と液晶製造業界の工場は、異なるベンダの装置が生産ラインに並ぶ。生産工程別に専門のベンダメーカーが異なる。つまり、製造工程別に専門化している訳で、マル

チベンダの生産ラインとなっている。

装置間の情報伝達もあり、生産指示は上位サーバーから装置に送られ、製品品質情報もサーバーに上がる。

通信プロトコルの標準化は、重要な課題である。

- 石油化学製品の工場では、15年前の設備をそのまま使用している現場もある。新製品開発で増設した設備と既設の設備との混在も少なくない。生産現場の作業変化はあまり無く、使用ツールも進んでいるとは言いがたい。しかし、最近の需要の好転により、生産管理面からくるスピード対応を要求され、生産現場の生産対応能力アップの為にカイゼンが重要視されてきている。

さらに、MES (Manufacturing Execution System) の環境で帳票やドキュメントが収納されているサーバーから情報を検索できる環境も求められており、XML に注目している業界でもある。

- 化粧品業界は、21世紀になってさらに消費者のニーズ多様化が進み、製品の種類が多くなるに連れて、在庫調整がコスト削減の重要なキーとなっている。SCM (サプライチェーンマネジメント) を取り入れた生産計画と新製品開発タイミングとの連携を制御していかなければならない市場でもある。

ただ、非常に秘密主義で、情報の扱いはかなり厳しい。よって、タイアップした連携を要求される。

- 工作機械装置業界のニーズは、工作機械の供給市場によって異なる。例えば自動車業界の下請け工場をユーザとしている場合、各種業界の装置製造業をユーザとしている場合、中小の板金業のユーザを相手としている場合で異なる。トヨタ自動車では、ジャストインタイムと平滑化を推進しているので、下請け工場では計画的な生産稼働継続を求められる。素材が異なった時の性能的なことも要求される。消耗部品の交換タイミングが効率的なことを要求される。CAD データとの突合せ確認ができる機能や、Matlab 言語を扱える工作機械を要求される。

需要に波がある業界を相手にしている工場では、ピーク時をこなすことと、ダウン時をこなすことが必要で平滑化に努力をするが、生産効率が監視できる環境機能も要求される。

これに対し、中小の板金業ユーザは、ノウハウの蓄積が容易な環境を求めてくる。どこも真似ができない個性的なノウハウが再生でき、同じ品質で制作できる機能である。

つまり、工作機械装置メーカーは、それらを実現できるキーテクノロジーが欲しいということになる。その為に XML や Embedded OS、RFID などのキーテクノロジーが求められる。Windows 系の Embedded OS に拘るのは、Windows が持っているマルチメディアを扱える環境を生かした OS ということにある。

2.2 製造業におけるニーズの構図

2.2.1 経営から来るニーズ

(1) 社会的企業の責任から来るニーズ

社会的責任をある意味示しているブランドの信頼維持の為に ID を使った品質管理は、法的対応も含め、重要な取り組みとなる。

BSE 問題での食肉牛に電子タグがつけられて、まだ、数年であるが、加工後の流通ルートでの ID 管理も最近厳しくなっている。

昨年あたりから、法的な強制力を持っている範囲だけでなく、企業が自主的に始めているところもある。

食品スーパーでは、最近、野菜や果物、加工品などについているコードを使って、インターネットや携帯電話で、どの生産者が生産したのかが、解かるシステムを採用しているところが増えている。

化粧品においても、商品についている ID をインターネットで入力して、品質情報を引き出すことを売りにしているメーカーも出てきている。

コンビニエンスストアやデパートなどの食品新鮮度管理などもバーコードが使われています。

工場内で不良品を生産してしまったことが判明した時に、素材に問題があったのか、装置に異常が発生したがその後の処理に問題があったのか、生産工程そのものに問題があったのか、その原因追求と対策の効果を分析する為に、部品や素材に、物流のパレットに、作業者に、ID をつけ、つけた ID と生産作業工程の情報を取り込んで、解析環境を整備するところも増えてきている。

特に自動車ではリコール制度があり、電化製品などでは PR 法が強く言われている。

このような現象は、生産した製品に責任を持つ PR 法が施行されて時間が経つが、IT 技術が進んできた昨今になって、製造企業への社会的責任が問われる時代になって、ID 管理の重要性が認知され、消費者がその重要性を問うようになってきたからと考えられる。

これらは、社会的責任を果たす為に必要とされているもので、時間の経過と共に、当たり前になってきている。

(2) マーケティングから来るニーズ

自社製品がどのユーザに多く使われているかの市場調査をする上でも、ID を活用することができる。

製品のシリアル番号を書いたり、ID シールをはがきに貼ってメーカーに送ったりすると景品がもらえますキャンペーンなどを行って、ユーザ情報を集めて、市場分析を行うことに活用するメーカーもある。

(3) 生産方式カイゼンによる生産コスト削減から来るニーズ

生産方式を見直し、ムラ・ムリ・ムダを無くすカイゼンを実施することで生産コスト削減に貢献するべく、電子タグを利用するケースも増えてきている。

セル生産の部品取り付けの正確性を高める為、作業者のポカミスを防ぐ為に電子タグが活用されている。

これは、ムダやミスを無くすことで、生産コスト削減ができ、市場での価格競争力をつけることができるという戦略上のニーズでもある。

(4) 競争戦略的視点から来るニーズ

市場での製品寿命が短くなってきていることで、製品開発開始から生産開始までの時間短縮が求められ、製品開発をしながら、タイミングをリアルに管理して、生産技術が生産工程の内容を検討していく連携を求められている。その開発部門と生産技術部門が連携した情報管理を行う上で、ID の定義と情報管理は重要な意味を持つことになる。つまり、製品開発開始と生産開始の時

間短縮は、製品開発の企画が GO となったところから ID が発行され、これによる情報管理を行っておくことが効率的な連携環境を作り出す重要なポイントとなるのである。

2.2.2 生産現場から来るニーズ

2.2.2.1 安全と安心

安全には、職場の安全と製品品質の安全があり、どちらも企業にとって最重要課題となっている。

(1) 職場の安全

職場の安全は、20 年昔、40 年昔に比べると件数は減っているものの、メディアで取り上げられるスピードは早くなっており、企業としての情報提供の責任は強く求められるようになってきた。故に、工場内の安全情報をリアルに把握できるインフラ面は、構築しておかなければならないし、あって当たり前時代となっており、関係公共自治体への報告は、即時行うところまで、要求されている。

職場の安全の規格として、ISO12100 がある。まだまだ、国内では欧州に比べて軽視されている規格のようだ。ISO9000、ISO12100、ISO14000 と三つを企業が取り組む重要課題としてプロジェクト化している企業が増えてきている。ISO9000 と ISO14000 は、ビジネス的利益要素が高いので、優先している企業がほとんどであるが、本来、ISO12100 は、優先すべき取り組み対象ではないだろう。

実際、「事故は原因を見ると起きるべくして起きている。」ものである。それなのに、日本は「気をつける」の精神論の領域が多すぎる。人は、緊張状態を持たせて長時間作業させるに耐えられないように作られている。建設現場では高所作業や足場の整っていない場所での作業は、安全帯、ヘルメット、安全靴などをつけて、朝礼時に相互確認して、必ず休憩時間を取るようにルールを定めている。いろんな努力の効果でしようが、厚生労働省が発表している労働災害による死亡者数推移グラフを見ても、数字は減っている。それでも、事故は起きている。最近では、現場の熟練者が減って、大事故につながったことでの死者が増えている傾向にある。〈図 5-1〉

そこで、RFID が人につけられて、居場所を確認できる GSP や監視センサを設置して、危険な場所に近づいたら、本人に知らせたりするエリア・ガード、工場内の安全管理での入退出を制限するための監視システムを導入しての人のセキュリティ・ガード、決められた訓練を受けたものだけが装置を操作できるように識別機能を使ってのセイフティ・ガードなどに、電子タグが期待される。

(2) 製品の安全と安心

生産する製品の安全を如何に確保し、ユーザに安心と信頼を持ってもらうかは重要な課題である。それを実現し充実させる項目を挙げると以下の通りである。

- セキュリティ
- バリデーション

企業のバリデーション・ポリシーの話から、システムを発注、納品チェックし、維持メンテナンスすることで、決めたことを決めた通りに実施して妥当性を検証するに、システムや装置のハードやソフトの扱いも含め、どのような運用をしていかなければならないか。

- GMP
医薬品業界では、アメリカ食品医薬局（FDA）の査察対応がこれから多くなってくるに、日本の厚生労働省の査察とは異なることから、その対応準備が必要となる。工場の設備の装置やシステムにマイコンを使用する以上、コンピュータ・システム・バリデーション（CSV）は必要となる。
- FDA 21CFR Part11
工場や R&D の期間の中で、電子データを扱って業務をしていることで、21CFR Part11 の法律の適用を受けることになる。
- HACCP
原材料の調達から食品が消費者に渡るまでの工程で起こり得る生物的、化学的、物理的なあらゆる危害の可能性を予測し、その発生を防ぐために重要な管理点を監視し、記録に残す衛生管理手法を指す。
- トレーサビリティ
- 環境への安全
地球環境を守って住み良い環境を維持する。消費者の信頼を得るために、企業力を示す。「第五次総量規制」、「CO2 規制」、「産業廃棄物諸規制」などもその項目として上げられる。

2.2.2.2 生産稼働能力維持

生産稼働の能力を上げて維持していくことも重要な課題の一つである。その課題をさらにブレークダウンしてみると以下の課題が見えてくる。

（1） 備保全能力向上

- リモート・ナビゲーション/メンテナンス
今や、生産現場は運転員や作業員による自主保全を求めるところが多くなっている。しかし、生産現場で新製品を生産する初期の時点では、問題が起きた時には、開発部隊の支援が欲しい場合がままある。また、現場に設置された装置の非常時のメンテナンスで装置メーカーに問い合わせたい時がある。そんなときは往々にして緊急時なのである。直ぐに情報が欲しい訳で、電話をする。しかし、装置メーカー側や製品開発側してみると生産現場で起きている状況を聞きだすだけでも大変なことである。装置のシリアル番号や製作している製品の型式からどんな不具合なのかの情報交換を即座に行って必要となる問題解決のための情報交換を行いたいのである。例えば、ここに装置の情報を書き込んだ QR コードや RFID の情報を装置メーカーや製品開発部隊に転送できたら、どんなにか手間がはかどるか。そして、作業に必要な情報をナビゲーション形式に現場へ送れたら、そして、送られたナビゲーション情報が的確な情報提供であったならば、と考えると、リモート・ナビゲーション/メンテナンスは設備保全能力を向上させる大きな武器となるのである。
また、通常の業務の上でも、ちょっと困った相談事に、専門家や熟練者の智慧が欲しい時がある。その時の環境としてもインフラ面を低コストで整備しておくことで生産現場の戦力は高く維持できるものである。
- 予知保全/予防保全
設備に故障発生すると生産製品に粗悪品が増える。生産稼働が停まる。結果、生産量が不

足する。といったことを解決するには、故障した後の処置が早くなければならない。それも大切であるが、故障する前に、故障する箇所を手当てして生産稼働を維持することができたら、さらに、生産稼働能力は高くなる。今まで、故障発生で出ていた損害がなくなるのである。それを可能にする技術が予知保全である。予知保全に取り組んでいる生産現場も出てきている。例えば、電流値を監視する方法、電力値を監視する方法、電力波形を監視する方法、ウェーブレット変換技術を使った方法などである。しかし、予知技術はパッケージみために、つければ何でも OK の無調製品ではない。現場でのチューニングが付き物である。このチューニングは場合によっては作る製品によって設定が異なることもある。その判断を製品についてくる電子タグから情報を採って、チューニング設定を変更するという技も可能になる。

この予知保全で故障する前情報を知らせるには、どの装置のどの部分が異常なのかの ID 情報が付いてくる必要がある。

- アセット・マネージメント

いつ壊れるか解からない装置があることから、交換部品は絶やせないという事情で、交換部品の在庫が必要とされる。

しかし、できれば余分な予備品を持ちたくないのが本音である。もっと言えば、ジャストインタイムで部品が手に入る体制が取れば良い。しかし、供給メーカーが自社だけの為にそのような体制を組んでくれるかどうか解からないとなれば、数社が一緒になって供給メーカーと交渉するのも方法である。

でも、ここで問題になるのが、いつ壊れるか解からない装置であるから、少なくとも交換部品の 1 回分か 2 回分は在庫し、それが無くなったら発注して在庫する自動化が組めると良い。そこで、注目されるのが「アセット・マネージメント」である。部品在庫がどこに何個保管されているかを管理するには、個別管理識別が必要となる。そこで ID 管理が必要となる。

(2) ジャストインタイム

- SCM (サプライチェーンマネージメント)

在庫は持ちたくない。しかし、生産稼働は維持したい。この対象範囲を素材調達から小売納品先まで管理するとなると SCM (サプライチェーンマネージメント) が必要となる。それには、物流や素材供給元との連携とモノに取り付ける個別識別の ID が必要となる。

(3) 生産能力向上

(a) カイゼン

- 多能工化

分業化の弊害である在庫を減らし、ムラ・ムリ・ムダを無くすことで、自動車部品組み立てラインや電化製品組み立てライン、装置部品組み立てラインなどでは、セル生産を採用する。そこで、一人の作業者が複数の機械を使って組立作業を行うことが求められ、作業者は多能工化してくる。さらにそれが進んでいくと、多くの種類の製品や部品を一人の作業者が扱うことになると細かなチューニングや複雑な加工作業まで把握が難しくなる。特に、生産ラインになかなか流れてこない製品については特にこの問題が出てくる。そこで、ID でその情報を作業者が使う装置に提供できたら、問題点の困難さを解決してくれること

から、ID への期待は大きい。

つまり、実現できる多能工化の範囲がさらに広がる。そして、生産効率の最適化のレベルが上がる。

- 見える化： H M I と制御の活用
部門でやる仕事が違うことで、目的やミッションが異なる。見たいものも異なるのである。
観える化：工場経営
見える化：運転員 / 品質管理 / 生産管理
視える化：品質保証 / 生産管理 / 生産技術
診える化：生産技術 / 設備保全
看える化：設備保全
「見える化」と言っても、工場の現場設備の動きをアニメーション機能を駆使して表現することが今までの H M I であった。しかし、「見える化」(可視化)と一言言っても、工場を構成する部署によって見たいものが異なり、見るタイミングも異なり、マネージメントのレベルも異なっているが故に H M I に求めるニーズが異なることに眼を向ける必要がある。では、どのように異なるかを具体的に挙げてみる。
- 観える化：工場経営にとっては、全体が見えていることが基本であって、法的な報告書や連絡などの責務を担当している。全体を見渡して、どこからも異常の狼煙が上がっていないことを確認し、もし、狼煙が上がれば、それがどのような位置づけの問題であり、即時どのような指示が必要で、どのタイミングでどのような法的対応が必要かを判断しなければならない。
- 見える化：生産現場の運転員や装置のオペレータ、品質管理部門の検査担当、生産管理担当では、見えたら直ぐにアクションをとらなければならない部署だけにリアルな情報を扱う。当然、運転員(作業員)の制御に関わる場所は、運転員(作業員)の思考パターンに合わせて、把握しなければならない制御要素を即時理解できるように表現した H M I となり、さらに、レスポンスが重要である。つまり、担当が対応する作業は、時間制限が条件に入っており、これが重要視される。
- 視える化：生産技術、生産管理、品質保証、設備保全の担当は、品質データの傾向を見て品質レベルの傾向を監視したり、生産時間の計測を行って生産効率を見直したり、装置の生産稼働効率を見ながら装置そのものの寿命を想定したり、カイゼン課題を探したりとそれぞれの目的で、現場の情報を取り上げていく。
- 診える化：生産技術、設備保全の担当は、装置の故障やシステム上のアラーム現象を捉えて、いろいろ調べて治すための判断をして対処していく。ここでは、細かいサンプリング周期でのトレンドデータや映像情報や音声情報も扱いたい作業である。また、時間系列で動作のタイミングを調べたり、過去のデータとの特性比較をする場面も出てくる。当然、H M I の画面表示と操作経歴の再現タイミング情報も重要な要素となってくる。
- 看える化：設備保全の担当は、日頃、設備の調整をしたり、部品の交換をしたりして、設備が使用できる期間を可能な限り延ばしながら、生産能力の維持に努力している。定期点検時には、設備のリフレッシュ化を計画的に推進していく。

以上、見たいものが異なるのであるが、仕事は連携している。連携している仕事を複数のデー

データベースから取り出す情報検索には共通条件が必要である。共通条件としては、ID が存在する。設備の ID、装置の ID、製品の ID、部品の ID、作業者の ID、データ分類の ID、ドキュメントの ID は、共通でなければ、これら異なる目的やミッションを持つ業務担当の言葉はつながらない。ドキュメント情報を相互利用しようとしても情報単位がつかない。つかないと連携した仕事はできない。

- 生産方式のカイゼン

- トヨタ生産方式

トヨタ生産方式の目的は、ジャストインタイムの追求と生産能力の向上にある。それを実現する方法として考え出されたのが「カンバン方式」である。最近では、電子カンバンが研究・テスト採用されている。電子カンバンを採用して生産現場を構築する上で、ID は重要な役割を担う。特に電子タグの活用は注目される。

<注> :「カンバン方式」については後記とする。

トヨタ生産方式は、通用する業界 / 業種 / 現場の事情に合わせて変化し、成長している。これに伴って電子タグを利用した電子カンバンもこれから普及していく要素を含んでいる。

- セル生産：より効果的セル生産を追及

セル生産は、一人の作業者もしくは一つのグループが組み立て及び検査の生産工程を仕上げることでタイムタクトをできるだけ短くし、生産のムダを排除していく生産方式として始まった。その後、少量多品種の多品種生産をこなすのに、異なる品種を生産する工夫でできたハイブリッド・セル生産がある。

また、ロボットにセル生産をさせようとする取り組み、人にはできない作業工夫を取り入れていったがどうしても人でなければできないデリケートな作業があり、これを人が担当することで、ロボットと人の調和がとれたセル生産が出来上がった。詳細は後記とする。

- 予測制御による生産管理

プロセス・オートメーションの計測制御・フィードバック制御の世界で使われている予測制御の手法を自動車や半導体などの長い生産ラインで活用する予測制御を活用した生産管理システムが出てきている。この予測制御の生産管理システムの中でも、装置から装置に渡される製品の生産情報を電子タグで行うことで、自動的に装置が読み取る情報渡しの生産システムが実現し、より予測制御の効果が顕著に出てくる効果をもたらすであろう。

- (b) 製品開発と生産技術を連携

製品開発開始から生産開始までの時間短縮により、新製品の投入サイクルが短くなることもあるが、製品開発センターと生産技術センター、そして工場をブロードバンドで結ぶニーズが出てくる。つまり、工場で起きる問題点で製品開発に関する情報及び生産技術で検討しなければならない課題に関する情報を、各センターと工場間で取り合うことになる。そのデータ量は増えて、

通常の通信回線では高価となってコスト高になり、ブロードバンド化の方が低価格で効率が良いとなる。

2.3 電子タグやバーコードを必要とする製造業でのニーズ

各業界別に使用目的が異なり、採用手法が異なる。それにより使用 RFID が異なってくる。図 2 - 1 は、ユーザを対象にヒアリングした結果をまとめたものである。

トレーサビリティを目的に RFID を使用することを検討している業界が多い。また、情報のセキュリティや情報を扱う人の範囲のセキュリティなどに RFID を活用しているところも一部出てきている。業界が限定されるがバリディティやセル生産での活用に既に採用しているところも出始めている。

電子タグの生産システムでの現状での活用状況と課題を掘り下げていく前に、トレーサビリティ、セキュリティ、バリディティ、セル生産、カイゼン、アウトソーシングについて以下まとめて、さらに、どのような課題があるのかを述べる。

	使用目的	ニーズ	使用RFID
農牧魚食品業界	BSE対策、鳥インフルエンザ、HACCP対応	トレーサビリティ	固体・パレット：円筒型、円板型 加工後：パックに粒子型
食品加工業界	鮮度管理／品質管理、HACCP対応、パレット管理	トレーサビリティ、SCM、セキュリティ	パックに粒子型、ケースに円板型、ラベル型
医薬・医療品業界	GMP対応、ロット管理、パレット管理	トレーサビリティ、SCM、バリディティ、セキュリティ	キャップに粒子型、パレットに円板型、箱型
化粧品業界	品質管理、在庫管理、ロット管理、製造工程管理	トレーサビリティ、SCM	パレット：円筒型、円板型
半導体・液晶業界	在庫管理、設備管理、ロット管理、カセット・キャリア管理、製造工程管理	トレーサビリティ、SCM	パレット：円筒型、箱型、粒子型
家電業界	産業廃棄物法規制、在庫管理	トレーサビリティ、SCM、セル生産、カイゼン	基盤のダイオードに粒子型、パレットに円板型、ラベル型
化学製品業界	産業廃棄物法規制、在庫管理、ロット管理	トレーサビリティ、SCM、セキュリティ	円筒型、円板型、防爆タイプ要求有り
鉄鋼業界	ロット管理、ロケーション、在庫管理	トレーサビリティ	箱型、円板型、粒子型
自動車業界	リコール対応、在庫管理、生産リアル管理、車種確認	トレーサビリティ、セル生産、カイゼン、SCM	カード型、粒子型、円板型
製紙印刷業界	ロット管理、シリンダ管理、	トレーサビリティ、SCM	ロール単位：円筒型、箱型

図 2 - 1 製造業市場別 RFID の活用

(1) トレーサビリティ

工場内と工場外では、トレーサビリティの目的が違う。その違いに合ったシステム要求、仕掛けが必要である。工場内は、品質維持した製品を生産してこれを継続できることさらにコスト削減を目的とする。例えば生産品質カイゼンや生産効率カイゼンなどがある。

工場外は、品質維持の維持履歴の記録と、物流管理を目的とする。一般的にトレーサビリティとは、ある目的の為にトレースできる環境を構築することを言う。

工場内外共通目的としては、例えば、事故発生時、数時間で汚染領域を限定できて、対策が見えてくる環境、所謂、汚染原因を追究していくトレース・バック機能と汚染領域を限定していくトレースフォワード機能があれば良いとされている。

(食品業界では、事故発生後 3 時間以内に汚染範囲を特定できなければ、全品回収。)

生産品質カイゼンでは、品質データを生産した製品単位やロット単位の ID 付きで管理し、素材(これも ID で個別管理が可能)の違いの品質分析データを作成したり、生産工程のカイゼンによる品質の違い効果分析に使用したりする上で、ID は有効な使い方になる。この時の素材別、生産工程別のトレーサビリティが有効である。

生産効率カイゼンでは、装置別、作業員別のタクトタイムを測定し、効率カイゼンを検討していくのに、装置や作業員を区分する上での ID の活用がある。生産工程のカイゼン、作業手順のカイゼン、装置の配置カイゼンなどの生産効率カイゼンでトレーサビリティが有効である。

トレーサビリティシステムでは、PC 内だけでなく、サーバー間を越えた検索が可能(XML に期待するところが大きい。)でなければ、本格的なレベルに達し得ない。そして、バーコードと電子タグの長所と短所をよく知って、使い分けることが重要である。ここで、検索時間が短いことが必要で、実際にトレース・バック/トレースフォワード作業を実施する時には、いろんな条件で検索を何度もかけることになる。電子データにしても、検索に時間がかかるデータ構造とデータ形式では使えない。PDF では、検索時間がかかりすぎる。XML に期待するところが大きい。XML に関するタグの定義に ID の区分や形式・種類も含めておく ID の使い勝手の情報も見えてくる。さらに、ID の振り方及び区分管理で検索作業の時間短縮の工夫が可能である。

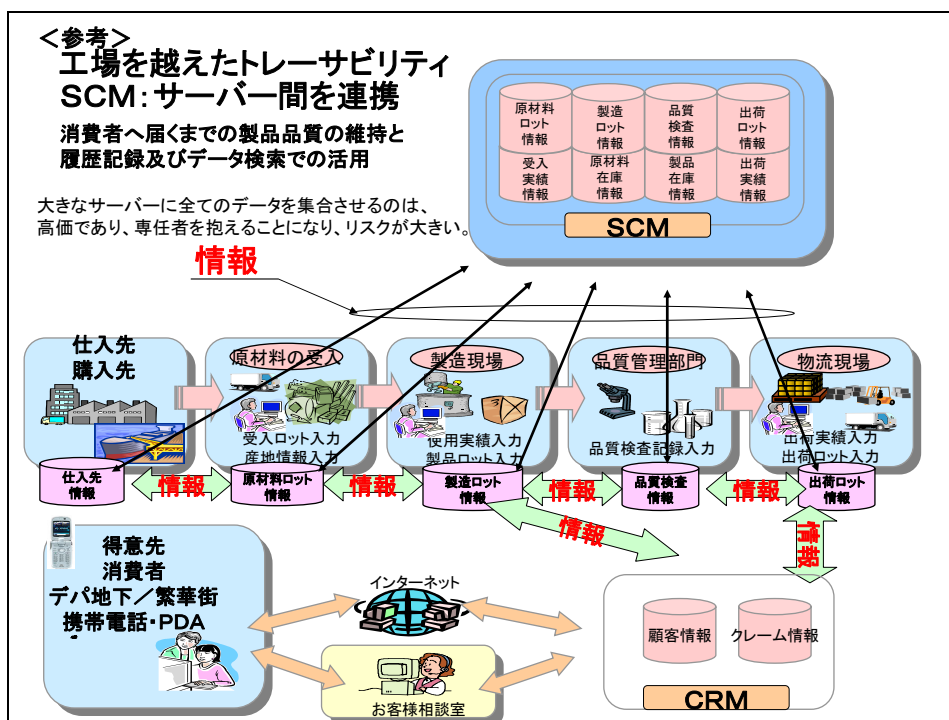


図 2 - 2 工場を超えたトレーサビリティ

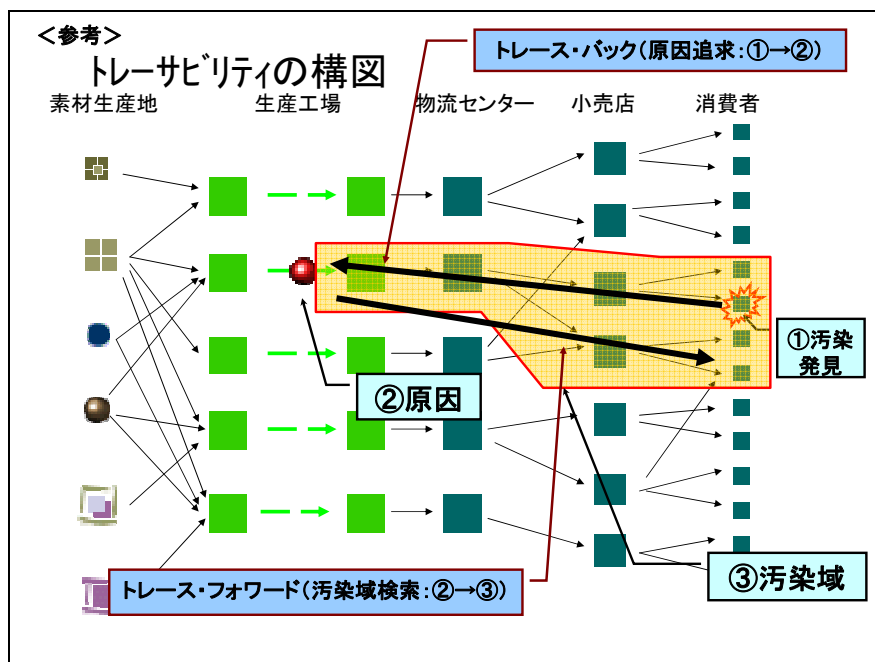


図 2 - 3 トレーサビリティの構図

(2) セキュリティ

セキュリティには、多様な目的と異なる技術が関連する。どんなセキュリティ技術があるかという、

- データの保存を目的とする為に、外部からの侵入をガードするためのセキュリティ技術
- 特定のクライアントをガードするためのセキュリティ技術
- データを改竄したことが直ぐに解かるように、簡単で壊れやすい封印をするセキュリティ技術（変えたら認めない。変えられたものは捨てる。）
- 本物と偽物を区別する為のセキュリティ技術（電子透かし技術など）
- 侵入者や改竄者を特定する為のセキュリティ技術
- 変更した履歴を採り、前のバージョンに戻すことができる目的で変更不可のセキュリティ技術

などがある。

また、守る対象が異なることで、採用技術を考える必要がある。

- 作業者
- 製品品質
- システム、設備
- データ・記録
- 新製品情報

これらのセキュリティ技術に ID が活用できる範囲は大きい。

(3) バリディティ

企業がバリディティを生産ラインに構築していく動きは、医薬品製造や食品製造以外にも広がってきているが、ここで重要なバリデーション・ポリシーを持って方針を企業内に浸透させたやり方をしていくところは未だに少ない。

バリディティとは、「決めたことに対してその通りである妥当性を検証すること」と言われ、これは、製品の安全を確保し、安定供給させていくことで、納品先や消費者の信頼を継続的に得ることが、本来の目的である。

言い換えれば、製品の安全を確保して、消費者に渡るようにするには、どのようなことが必要であるかを決めてそれを守っていることの証明が必要で、その証明をしていくために、記録の大切さがあり、その記録を活用して、安全を維持するための活動を行うことにある。この記録することに ID が重要な役割を果たすことになる。

コンピュータ技術を使って業務運用を行っている場合は、FDA 21 CFR Part11 の対象となる。

医薬品製造業界に限定して話をするに、FDA 査察時に円滑な査察状況を実現するために、21 CFR Part11 が考えられたのが発端であるが、各企業の品質保証を担当する立場でも、この21 CFR Part11 採用はメリットがある。と言うのも、問題が発生した時の対処もルール化されていることで、対処の適正をあるレベル以上に維持できることと、工場出荷後に発生したのか出荷前に発生したのかが直ちに解かることで、生産者責任の範囲責任が明確になることへのリスクは、変わってくるものである。

また、FDA の21 CFR Part11 以外に、GMP (Good Manufacturing Practice) が医薬品業界にはあり、北米では cGMP、欧州では各国にある医薬製造に関する法律があり、まとめて euGMP と言っている。日本では薬事法などがこれにあたり、jGMP と総称している。

FDA 対応で具体的に GMP を守って医薬品を製造する生産システムをどう構築していくべきかを扱った医薬品製造関係の専門エンジニアで作っている GAMP フォーラムが存在し、そのフォーラムが発行しているホワイトペーパーに GAMP 4 というものがあり、この GAMP 4 に、バリデーションに関する CSV (Computer System Validation) をどう考えて構築していったら良いかがまとめられており、FDA はこの GAMP 4 を最近、認知してきている。

さらに、医薬品医療品業界以外の業界でも、品質保証を考えるにバリデーション CSV (Computer System Validation) は、程度は異なるが、重要であるという認識に立って、生産システムを見直していく風潮が出てきている。

(4) セル生産

セル生産方式とは、部品の取り付けから組み立て、加工、検査までの全工程を一人もしくは数名で担当して生産するもしくは、部品や工具を U 字 / コの字に配置したセルと呼ばれる作業台で作業を行う生産方式のことを言う。

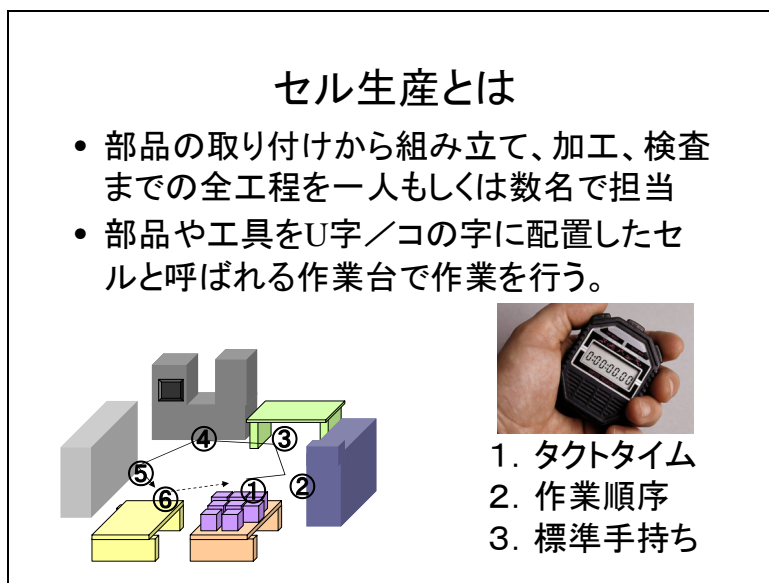


図 2 - 4 セル生産方式

セル生産のメリットとしては、

- 中間仕掛け在庫が無い。
- 部品箱の入れ替えや作業手順の変更で生産品目を容易に変更できる。
- 生産量の調整が対応しやすい。
- 多品種少量生産に適している。

が上げられる。

ライン生産とセル生産を比較すると

- ライン生産は、ライン上のどこかの工程の生産性や品質のボトルネックが全体の生産能力となる。(遅い人に合わせる：指揮低下)
- セル生産は、セル単位で生産管理と品質管理を行うので、ムダが少ない。

が上げられる。

ライン生産に比べてセル生産の良いところは、

- 段取り替え時間が無い。
- ラインストップの影響が最小限になる。
- ライン生産よりセル生産の方が生産能力の調整が容易。

ライン生産は、工程の追い越しができない一本ラインをいくつ並べるかとスピードで、生産量が決まるが、セル生産は、生産ラインが屋台の数だけあるので、生産能力の調整が容易である。

ライン生産とセル生産の比較

	ライン生産方式	セル生産方式
工員技術	単能工	多能工
必要技能	低い	高い
作業場所	コンベア脇	屋台型作業ブース
作業速度	遅い人に合わせる	作業しやすさを追及
仕掛り在庫	多い	少ない
ライン構築	時間がかかる	早い
治工具	機械志向	人間志向
ロット形式	少品種大量生産向	多品種少量生産向

図 2 - 5 ライン生産とセル生産の比較

セル生産のデメリットを上げるとしたら、

- 多工程を担当するので熟練するまでに時間がかかる。
- 作業効率は作業者のやる気に依存。

がある。

セル生産を導入し成功させるには、

- 作業台を作ったら始まるものではない。
- 標準作業があって始まる。
- 主役は作業員。(主役の話をよく聴く。)
- 周囲の積極的な協力が不可欠。
- ポイントは

品質検査基準と検査結果管理

タクトタイム管理

生産管理

- 何よりも重要なのは、「やる気」

というポイントがあげられる。

セル生産方式を導入すると効果が出る生産製品は、

- 携帯電話、AV 機器、パソコン、コピーマシン、プリンタ、など家電製品
- 工作機械、小型ロボット、など産業用機材産業製品

が上げられる。

このセル生産に、生産する製品が多品種変数生産で生産そのものに平準化を持たせる意味で、

異なる製品生産を同じセル生産ラインで行うハイブリッド・セル生産方式が取り入れられている。

異なる製品を少量ずつ生産するので、異なる部品を取り付けることになり、作業場のポカミスを防ぐことと、適正な部品が取り付けられているかの確認を行うのに、部品ケースにランプを取り付けて作業をするセル生産の屋台が工夫された。

段取りは、まず、生産する製品の生産スケジュールに従って、生産コード用 ID とその製品を構成する部品と生産工程手順がデータベースに組まれる。そして、作業開始であるが、最初に、生産コードの ID を読み取る。すると、取り付けの部品が入っているケースのランプが点灯し、手元の表示器に作業内容を簡潔に表示する。

その部品を取り出して作業したら、表示器のランプを押す。すると、次の部品ケースのランプが点灯し、表示器には次の作業内容が表示される。といった具合である。

さらに、作業者の手に RFID をつけて、部品ケース側にアンテナをつけて、手が部品ケースの中に入ったことを確認する自動チェック機能をつけて、確実に指定の部品ケースから取り出して作業した履歴を録る仕掛けを工夫しているところもある。作業が慣れるとよくやってしまうのが、部品ケースから一つ一つパーツを取り出すのが面倒だからといくつかまとめて部品を取り出して、作業台の端に出してしまうことがある。これは取り付け部品のポカミスを誘い出し、セル生産方式の基本を駄目にする。品質維持ができなくなる要因となる。

セル生産で RFID を導入する目的は、作業の正確性品質追求が一つ上げられる。そして細かなトレースである。

これによって、作業者の注意力や記憶力に依存しないで高品質を実現できる。

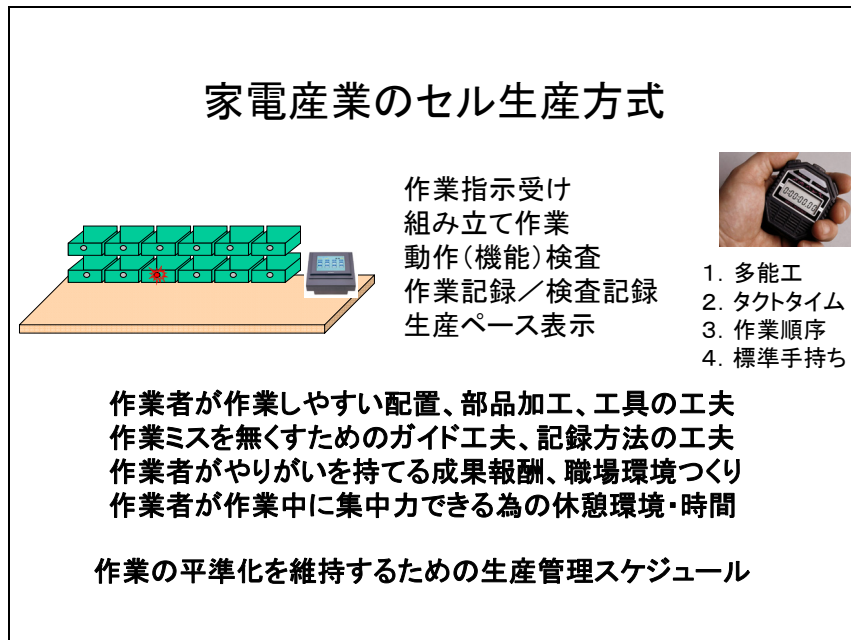


図 2 - 6 家電産業のセル生産方式

このハイブリッド・セル生産方式の他に、ロボットと作業者が連携したセル生産方式が考えられている。

ロボットが得意とする作業と人が得意とする作業が生産工程の中にあり、その連携作業で生産していく方式である。ロボットが部品をパレットやカートリッジから取り出すのに、ID を使った確認認識が作業工程に入ってくる。

つまり、ロボット・セル生産方式は、電子タグや ID を工夫し活用して、実現できるセル生産である。

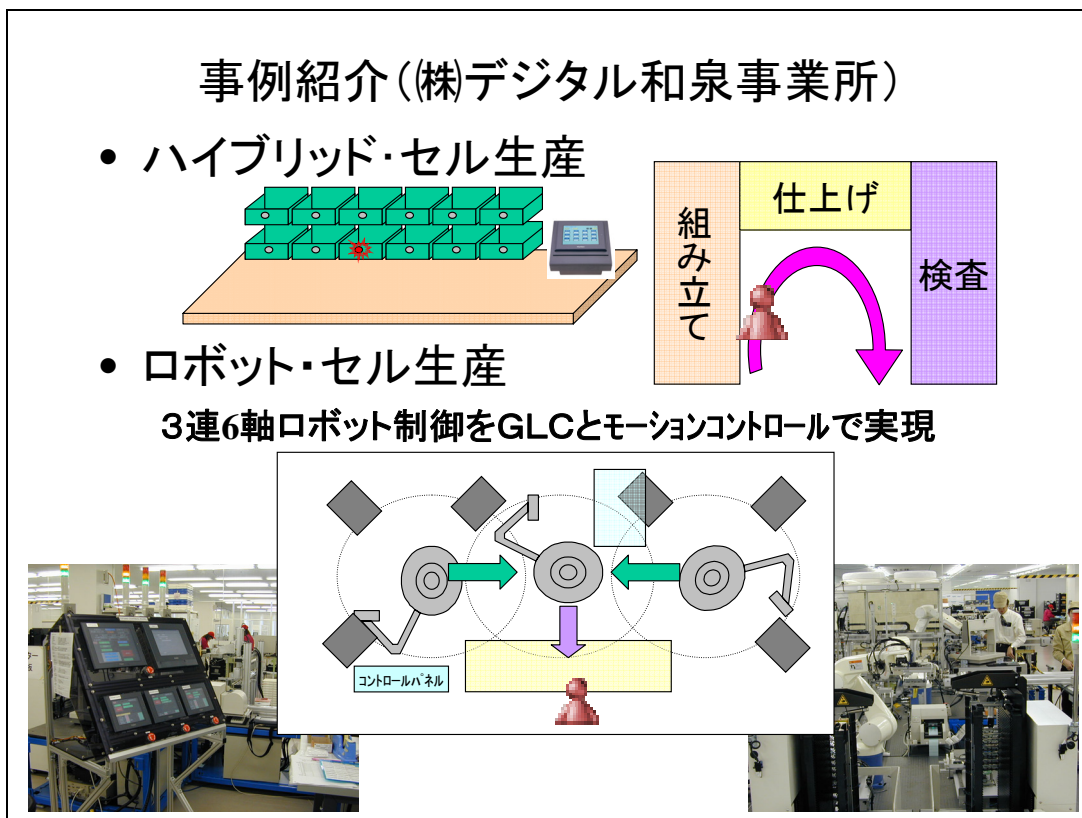


図 2 - 7 事例紹介 (デジタル)

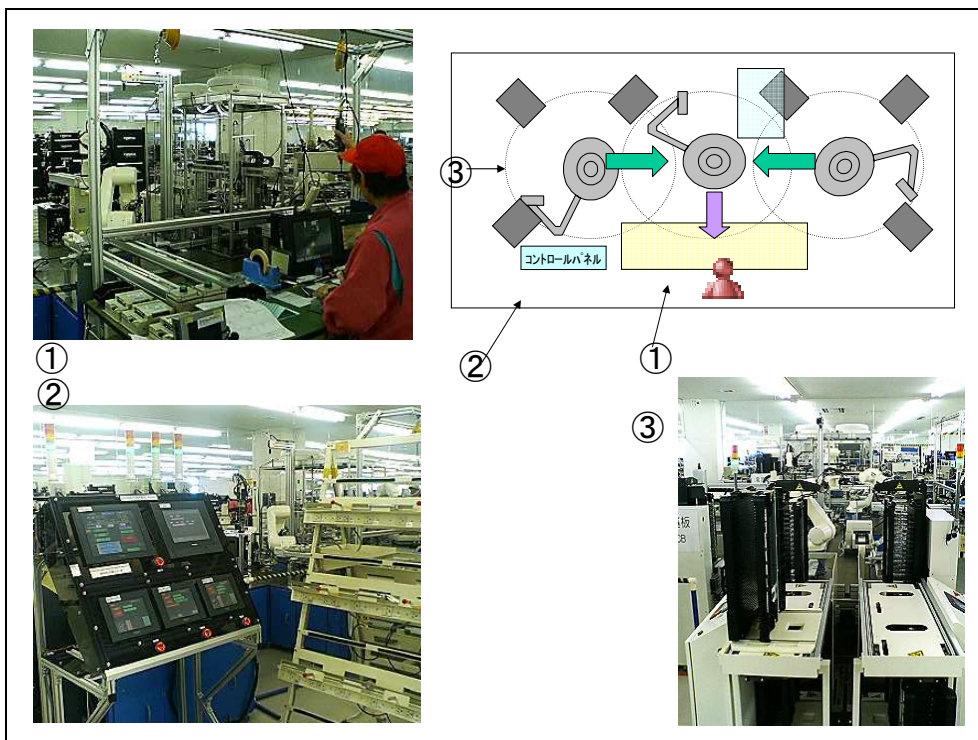


図 2 - 8 事例紹介 (デジタル)

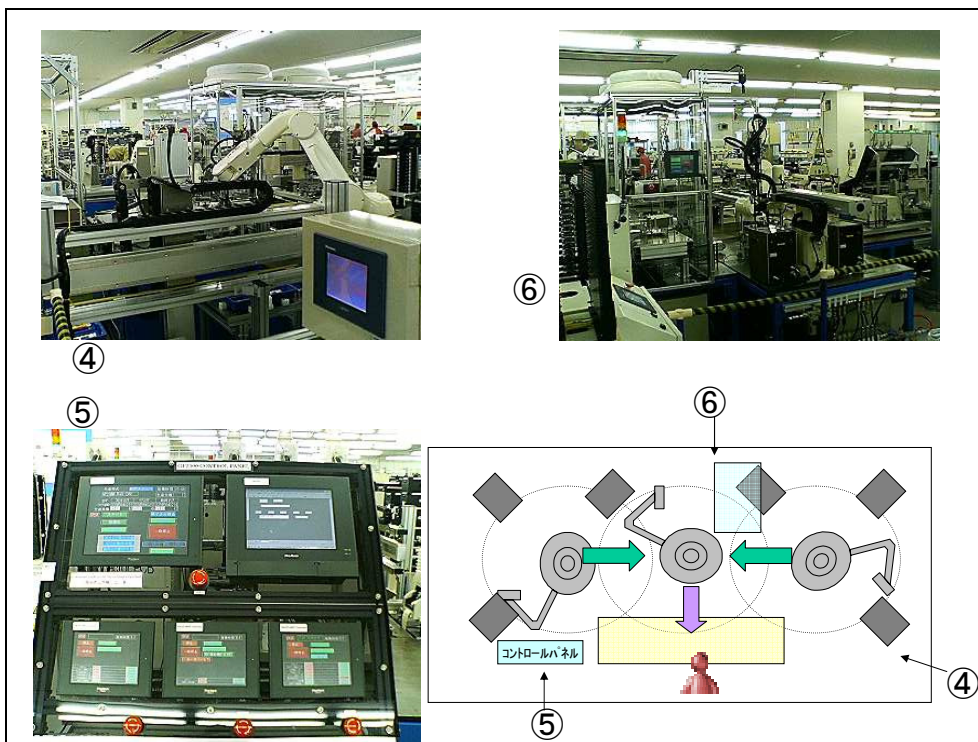


図 2 - 9 事例紹介 (デジタル)

(5) カイゼン

トヨタ生産方式の普及に伴って「カイゼン」という言葉が一般的になっている。そして、カイゼンを行っていくに、カンバン方式を使った手法がとられているが、昨今、「電子カンバン」方式が注目を浴びている。

カンバン方式の基本は、

- 後工程が、前工程に、「必要なものを必要な時に必要なだけ」取りに行く際、引き取りあるいは製造指示の情報として使われる。
- 前工程は、「かんばん」の外れたものを外れただけ外れた順番に作っていく。(作り過ぎのムダを省く。)
- かんばんの代わりに生産指示票も OK

であるが、カンバンの種類は、

- 仕掛けカンバン(生産指示かんばん)

工程内カンバン

後工程に引き取られた量だけを引き取った順に後補充生産するように仕掛ける。

信号カンバン

段取り替えに時間がかかる多種類の品物を加工しているロット生産工程で、仕掛けに用いるかんばん。プレス工程、ダイキャスト工程、樹脂成形工程などに用いる。

- 引き取りかんばん

工程間引き取りカンバン

後工程が前工程から必要なものを引き取る為に用いるかんばん。

外注部品納入カンバン

仕入先から納入される部品に用いるかんばん。

- 臨時かんばん

通常生産分より多く必要とする部品の生産や運搬を指示するかんばん

型保全、機械設備の修理、そして稼働日の違いなどにより使用する。

有効期限を明記し、1回だけ使用する。

がある。

次に、電子カンバンであるが、ID、特に電子タグ RFID と表示器を組み合わせたカンバン方式で、様々な工夫によって、必要となる情報を集めたり、指示を表示したり、情報を読み取ったり、タクトタイムを測定したり、途中変更にも臨機応変に対応できたりのメリットが出ている。

この電子カンバンを電子タグ RFID と表示器と無線 LAN を組み合わせて、台車に装備して、「電子カンバン台車」を製品化しているところも出てきている。

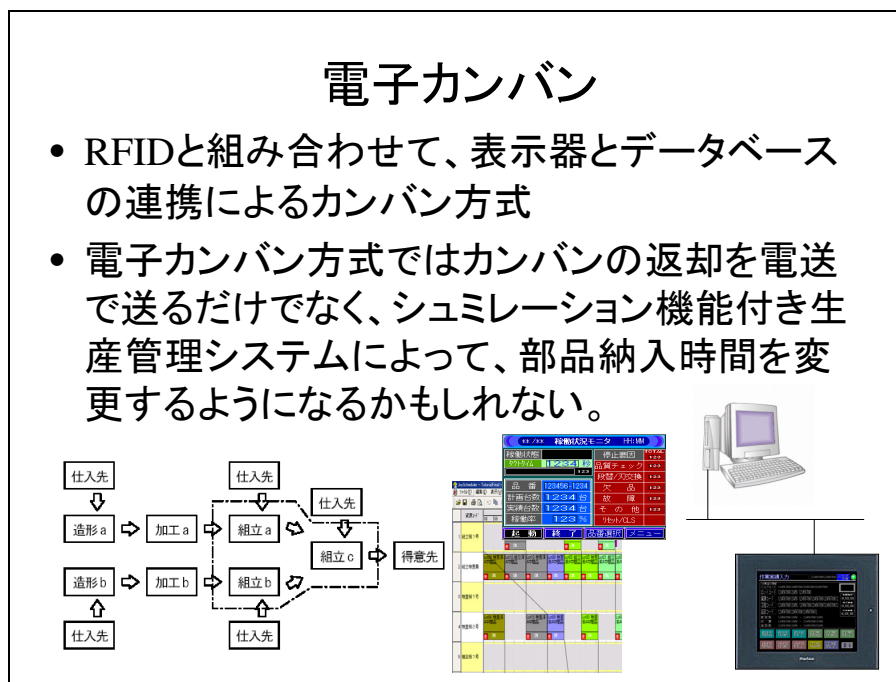


図 2 - 1 0 電子カンバン

次に、生産方式そのもののカイゼン例として、考え出されたのが、これから紹介するものである。

まず、従来の方で説明する。同じ生産ラインが複数あって、例えば、ある生産ラインの装置が故障を起してそのラインの生産ラインが停止したとする。当然、その装置の前には加工待ちのパレットが渋滞する訳だが、そのまま故障した装置が復旧するまで放置状態になる。そこで、従来の生産システムでは、生産スケジューラに段取り換えの申請を出して、スケジューリングの変更をする作業になるのであるが、この段取り換えのシミュレーションと優先度変更ができてこなければ、現場のパレットは生産ラインを変えることが止められていたが、スケジューラの結果が出てくるまでに数時間を要し、各ラインの装置の生産情報（レシピやメタデータなど）を書き換えることをしてから、パレットの生産ライン変更を指示通りにしなければならなかった。結果、生産日程は大きく遅れる。

それに対して、RFID を活用したカイゼン後を以下説明する。

生産スケジュールは、既にデータベースにあり、その日に生産する情報が生産現場の RFID 記録装置にダウンロードされる。RFID のメモリエリアを一次 / 二次 / 三次に分けて、一次メモリエリアに生産ロット番号や製品型式、生産量、生産開始時間、出荷日程、出荷先、発注者などの情報を入れ、二次メモリエリアには生産工程で生産加工してくれる装置に対しての情報を入れ、三次メモリエリアには、生産過程で書き込まれる品質情報などを入れるエリアとして使用する。

パレット単位に RFID が取り付けられ、生産ラインに投入される。

生産ラインの途中の装置が故障しても、パレット単位で、停止していない生産ラインの次の生産工程の装置に配送することで、段取り換えが可能となる。生産スケジューラには、実績結果として情報を上げて、実績データ反映を行って、翌日の生産スケジューラのシミュレーションをす

れば良い。

製品が出来上がったら、RFID を回収するか書き換えて出荷する。出荷後のトレーサビリティ用の ID に変えて出荷するケースもある。

これによって、生産終了時間は多少遅れるものの従来の生産方式よりは、かなりリスクが少なくて済む。

この RFID を活用した生産方式を実現するには、装置の生産加工情報（レシピやメタデータなど）をネットワーク上で管理できるインフラが必要である。

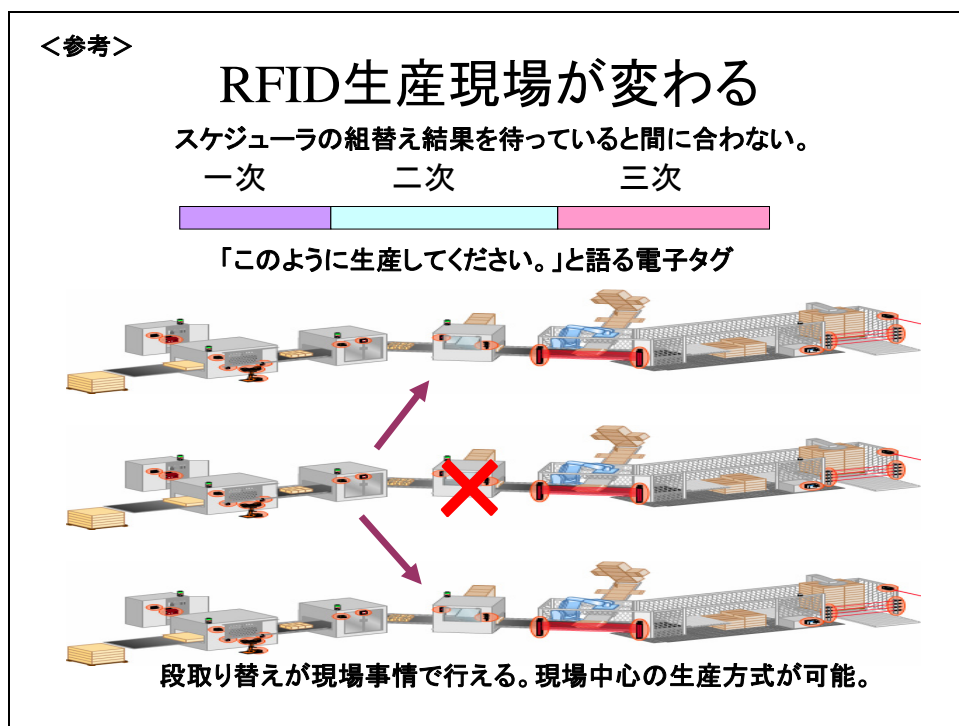


図 2 - 1 1 RFID で生産現場が変わる

印刷業の生産ラインでも、この RFID を活用したカイゼンが行われてきている。大量印刷の生産ラインでは、印刷する内容は、大規模なメタデータに印刷する内容（写真や文字情報、折り込み情報、紙質指定など）を持っており、その情報をネットワーク経由で装置にダウンロードして印刷する。生産スケジュールから生産する印刷物の生産番号やメタデータ内のデータ指定情報などを RFID に書き込んでパレット単位に生産ラインに投入すると仕上がっていくというものである。

（ 6 ） アウトソーシング

生産ラインのある生産工程部分をアウトソーシングしたり、前工程をアウトソーシングしたり、生産そのものをアウトソーシングしたりする企業にとって、製品の品質に関わる生産情報の授受には、少なからずトラブルの要因が潜んでいるものである。

特に生産ラインの途中の一部をアウトソーシングする場合は、要注意である。

従来、伝票でやり取りしており、製品ロットの取り違えや品質情報の抜けが発生している。

これに対して、製品単位やロット単位で RFID に情報を書き込んで、授受することで、伝票だけでは抜けていた部分を補うことが可能となる。

特に個別情報は、製品そのものに RFID が付いていれば、取り違えのミスは撲滅まで追い込める。

3. 電子タグの区分と種類と動向

(1) Auto-ID での電子タグ

Auto-ID には、バーコード、二次元シンボル、電子タグと大きく分けることができ、違いを持つ。

	電子タグ	バーコード	二次元コード
ユニークID	チップ単体に個別の識別子を付与可能	商品単位の付与	商品単位の付与
読取距離	～数m程度	リーダを密着する必要	リーダを密着する必要
複数読取可能か	可能	不可	不可
被覆可能か	可能	不可	不可
移動中読取可能か	可能	不可	不可
書換え可能か	書換え可能型あり	不可 (やり方で可能)	不可 (やり方で可能)
環境・耐久性	強い	弱い	弱い

図 3 - 1 電子タグとバーコードの違い

(2) 電子タグの区分

電子タグ (RF タグ) には、パッシブタグとアクティブタグの二種類に分けることができる。

	電力/電波	価格	交信距離	特徴
パッシブタグ	電池を持たず電波を自ら出さない	現状では、50～500円	数mm～数m	・電池寿命が無い分永い。 (10年以上但し環境による) ・データ・リード/ライト可能
アクティブタグ	電池または電力供給を受け、電波を自ら出す	現状では数千円～	数m～数十m	・電池寿命がある(1～10年) ・データ・リード/ライト可能 ・電子タグ側からリーダ/他の電子タグ等にアクセス可能 ・センサが付いた高機能なものもある。
セミパッシブタグ	アクセス時ONの電池持ちもしくは電力供給のタイプ メモリバックアップの為に電池内蔵タイプもある	現状では数千円～	数cm～数m	・電池内蔵タイプは電池寿命による制限を受ける。

図 3 - 2 電子タグの分類

(3) 電子タグの種類

電子タグの形状によって種類を分けることができる。

RFIDの種類 形状区分		
形状	寸法	主な用途
円板形	数mm～数十mmの円板形状	装置への埋め込み用、衣類等の管理、FAなど
円筒形	数mm～数十mmの円筒形状	動物管理、パレット管理、FAなど
ラベル形	数十mm×数十mmの薄い形状	POS精算用商品タグ、書類管理、荷物管理、通い箱管理(物流/流通)、FAなど
粒子形	0.数mm～数mmの粒子形状	入場券、小物商品、部品、FAなど
箱形・ウエッジ形	50×50×10mm～程度の箱形状	車両管理、コンテナ管理、FAなど
カード形	85×54×数mm程度のカード形状	乗車券、定期券、テレホンカード、入退場管理IDカード、作業管理、FAなど

図 3 - 3 RFID の種類 形状区分

RFIDの種類 伝送方式区分							
伝送方式	記憶媒体	交信距離	記憶容量	耐環境性			
				水	汚れ	電磁ノイズ	耐熱性(150℃以上)
電磁結合方式 (電池内蔵)	S-RAM	～150mm	～32kバイト	○	○	○	△
電磁結合方式 (電池なし)	EER- ROM	～100mm	～数百バイト	○	○	○	○
電磁誘導方式 (135kHz未満)	EER- ROM	～1m	～数百バイト	○	○	△	○ (200℃以上)
電磁誘導方式 (13.56MHz)	EER- ROM Fe-RAM	～数10c m	～数千バイト	○	○	○	○ (200℃以上)
μ波(電波)方式 (電池内蔵)	S-RAM	～5m	～32kバイト	△	○	○	△
μ波(電波)方式 (電池なし)	EER- ROM	～2m	～数10バイト	△	○	○	○

図 3 - 4 RFID の種類 伝送方式区分

(4) 電子タグの動向

Auto IDとしての電子タグの普及率は、まだ、成長の過渡期にあると考えられる。

ここで、課題は生産コストである。生産コストを下げられる生産方式が確立すれば、電子タグ1個の単価が下がり、採用市場は大きく広がる。

また、電子タグの使用アイデアによっても採用対象が変わってくることで、採用市場は大きく広がる。

4. 生産現場における使用状況調査方法とその結果及び使用事例

4.1 アンケート内容について

製造業におけるID活用実情調査アンケート

FAオープン推進協議会 電子タグ調査研究会

NO.	質問		回答
1	該当業界はどれですか？：自動車、食品、医薬品、鉄鋼、製紙の表現をお願いします。		
2	該当業種はどれですか？：製造、装置、デバイス製造の表現をお願いします。		
3	製品種は？：できるだけ具体的をお願いします。		
4	採用の生産方式は？：独自の呼び名があればそれを記載願います。		<input type="checkbox"/> 自動化生産(コンベア) <input type="checkbox"/> プロセス生産 <input type="checkbox"/> セル生産 <input type="checkbox"/> トヨタ生産方式 <input type="checkbox"/> その他()
5	IDの採用について		<input type="checkbox"/> 採用済 <input type="checkbox"/> 今後採用検討(以下は、検討中の範囲でご回答願います) <input type="checkbox"/> 採用予定無し
6	上記についての理由：具体的をお願いします。採用無しの方は、その理由をお願いします。		
7	Auto-IDのタイプ (今後の採用も含め、複数回答可)		<input type="checkbox"/> 1次元バーコード <input type="checkbox"/> 2次元シンボル <input type="checkbox"/> RFID
8	採用機種	アンテナ	メーカー名： 形 式：
9		タグ	メーカー名： 形 式： メモリ容量：
10	用途：いくつでもマークしてOKです。	現状の導入目的 (複数回答可)	<input type="checkbox"/> トレーサビリティ <input type="checkbox"/> バリディティ <input type="checkbox"/> セル生産 <input type="checkbox"/> カイゼン <input type="checkbox"/> アウトソーシング <input type="checkbox"/> セキュリティ <input type="checkbox"/> その他()
11		今後の達成目標 (複数回答可)	<input type="checkbox"/> トレーサビリティ <input type="checkbox"/> バリディティ <input type="checkbox"/> セル生産 <input type="checkbox"/> カイゼン <input type="checkbox"/> アウトソーシング <input type="checkbox"/> セキュリティ <input type="checkbox"/> その他()
12	RFID採用の場合：複数ありましたら、それぞれマークしてください。	使用周波数帯は？ (複数回答可、()内に○を)	<input type="checkbox"/> 13.56MHzカード型(短波帯)(ISO10536, ISO14443, ISO15693、その他) <input type="checkbox"/> 135KHzタグ型(長波帯)(ISO18000-2準拠予定、その他) <input type="checkbox"/> 13.56MHzタグ型(短波帯)(ISO18000-3準拠予定、その他) <input type="checkbox"/> 2.45GHzタグ型(マイクロ波帯)(ISO18000-4準拠予定、その他) <input type="checkbox"/> その他(860-930MHzタグ型(UHF帯)、433MHzタグ型(タグ型ISO18000-7))
13		アンテナ取付け場所 (複数回答可)	<input type="checkbox"/> ラインサイド <input type="checkbox"/> オペレーションサイド <input type="checkbox"/> ゲート <input type="checkbox"/> ポータブル、ハンディ <input type="checkbox"/> その他()
14		タグ取付け場所 (複数回答可)	<input type="checkbox"/> 製品組み込み/埋め込み <input type="checkbox"/> パレット、ワーク <input type="checkbox"/> 台車/ハンガー <input type="checkbox"/> ペンダント <input type="checkbox"/> その他()

15	(RFID採用の場合) 設置時の問題 (複数回答可)	<input type="checkbox"/> アンテナの設置関連 <input type="checkbox"/> TAGの取り付け関連 <input type="checkbox"/> プログラミング関連 <input type="checkbox"/> コスト関連 <input type="checkbox"/> その他	詳細:
16	(RFID採用の場合) 運用時の問題 (複数回答可)	<input type="checkbox"/> 読取り・書込み関連 <input type="checkbox"/> 取り扱い関連 <input type="checkbox"/> 故障関連 <input type="checkbox"/> コスト関連 <input type="checkbox"/> その他	詳細:
17	(RFID採用の場合) メンテナンス上の問題 (複数回答可)	<input type="checkbox"/> 取り扱い関連 <input type="checkbox"/> 故障関連 <input type="checkbox"/> コスト関連 <input type="checkbox"/> 納期関連 <input type="checkbox"/> その他	詳細:
18	使用数量は?		アンテナ(読み/書き機) ()台 ライター(書込み専用機) ()台 ハンディ ()台 タグ ()台
19	効果が出ているとすれば、どんなところですか?		
20	上位システムは、何をお使いですか? 複数でもかまいません。		
21	今後IDに何を期待しますか?		
22	標準化団体に何を期待しますか?		
23	今後の課題としていることはありますか?		
24	IDに関する要望等がありましたら、お願いします。 現在、困っていることでも結構です。		

以上です。ありがとうございました。

4.2 アンケートの方法について

アンケート方法としては、

- 対象ユーザをピックアップ
- メール配信での調査協力依頼
- アンケートを送信して、FAX で返してもらう。
- 内容を確認する為に訪問し、ヒアリング調査を実施。

で実施した。

4.3 調査対象ユーザの選定

調査対象とした業種は、食品製造、電機機器製造、部品機器製造、合成樹皮製造、化成品製造などの各企業の生産工場を持つ生産関係部門の責任者もしくはリーダークラスの方とし、無作為

に選択しました。

また、FA システム・インテグレータ、プラント・エンジニアリングのエンジニア部門のリーダークラスの方には、事例についてヒアリングした。

4.4 アンケート調査結果

アンケートの依頼先は 104 社。その内、アンケート回答があったところは 41 社、ヒアリング調査を実施したところは 37 社である。

● 食品製造会社（加工、冷凍含む）	6 社
● 食品醸造製品製造会社（乳業含む）	5 社
● 医薬品製造会社（バイオ製造装置含む）	4 社
● 自動車部品製造会社	4 社
● 電機製品製造会社	5 社
● 半導体製造装置会社	3 社
● 化学樹脂製品製造会社	4 社
● 工作機械製造会社	4 社
● 装置部品製造会社	4 社
● 繊維製品製造会社	2 社

（1）現在使用の ID の種別結果（サンプル数：41 社）

- 1 次元バーコード 40 社（98%）
- 2 次元コード 12 社（29%）
- RFID 5 社（12%）：電機機器製造・工作機械製造会社

一次元バーコードを工場のどこかに使用しているかの質問に、「使用している」との回答は 100%であった。

（2）現状の導入目的の順位（対象 40 社）

現在導入している ID の使用目的は何かを確認したところ

1 位	トレーサビリティ	34 社：醸造、化学樹脂以外はほとんどが上げている。
2 位	バリディティ	11 社：医薬品関係、食品大手が上げている。
3 位	カイゼン	10 社：自動車製造関係の企業が上げている。
4 位	アウトソーシング	6 社：生産工程の一部がアウトソーシングの会社
5 位	セキュリティ	5 社：あまり関心が無く、入退出管理程度。
5 位	その他	4 社：ポカミス対策に採用。
7 位	セル生産	3 社：電機製品製造会社が上げている。かなり、活用して

いる。

（考察）

バッチ・プロセス制御を使っている中で醸造や化学樹脂製品製造会社は、トレーサビリティを上げていない。バリディティは医薬関係、と食品の大手が上げている。

(3) 今後、ID 採用を検討している目標の順位（継続も含む）

1 位	トレーサビリティ	38 社：酒醸造と繊維製造以外は、将来は必要と上げている。
2 位	バリディティ	18 社：工作機械や製造装置製造会社も必要と認識。
2 位	セキュリティ	18 社：安全面のセキュリティを上げるところもあった。
4 位	カイゼン	16 社：作業カイゼンから生産方式そのもののカイゼン検討。
5 位	アウトソーシング	6 社：生産工程の一部がアウトソーシング。
5 位	セル生産	6 社：セル生産方式のところは全部上げている。
7 位	その他	4 社：ポカミス対策に採用。

アンケートの生の声：

- 1：N 読み込みを考慮し、バーコードとは別目的で使用したい。
- RFID により製品毎(サンプリングで)の流れの中での環境の履歴を管理したい。RFID によりレシピ等情報量の多いデータの管理。
- RFID による資産・設備の履歴管理をしたい。

(4) 現状の問題点

バーコード、二次元シンボル、RFID を採用した被調査者に、具体的な問題点のヒアリングを行った。

<採用・設置時に検討したこと。問題点。>

- RFID では、アンテナ設置の場所が制限される。
- 二次元と RFID の読み込み、書き込み機器のコストが高い。
- RFID の周波数、仕様、大きさがベンダごとに異なる。(標準化が必要。メーカーの選択が広がる)
- RFID の容量が少ないので使用制限がある。(大容量化して欲しい。)
- 200 の高温工程に耐えるものがない。(RFID の対環境性向上。特に温度)
- サンプル製品の出荷後の環境変化をトレースし、劣化等の追跡調査をしたいが欲しいものがない。
- 防爆エリアでの設置ができない(防爆ハンディタイプが欲しい)

<マーク1> いざ RFID を使おうとすると検討することが多い。経験によって、ノウハウが蓄積されて容易にできるようになるのであろうが、欲しい情報が手に入りにくい。

<マーク2> RFID が使えるなあと思っけていても価格が運用コスト高を生んで断念することがある。

<運用時に発生した問題点>

- シール式のラベルの脱落。
- ライン上の間隔を空けないと読めない。(読み取りスピードが遅い)
- 回線断が多発する。(さらに、復帰するまでに時間がかかる)

- 読み込みエラーが多い。(しわ、シールの落下、汚れ、スピードが遅い、印字かすれ)
- 使えない生産工程の時は、剥がして、張っての繰り返しとなって、作業効率が悪い。
- パレットの配置を考慮しなければならない。

<マーク3>シール式は、こすりあって読めなくなるとか、高温で糊が剥がれ落ちるとかで扱いにくいところがある。シールが倉庫内でパラパラ落ちた時には大騒動でした。

<マーク4>データ管理システムとのネットワーク上のドライバの問題や、リーダーの読み取りスピードが遅いために作業者がイライラする苦情が出る。

<マーク5>生産スピードに合った読み取りシステムにするには、リーダーを増やすとかラインを増やすとかで、結局高価な買い物になってしまう。もっとリーダーメーカは、製品向上カイゼンに真剣になって欲しい。

<メンテナンス上での問題点>

- シール式はプリンタの故障が多い。生産稼働が落ちる。
- ラベルの保存に注意を払う。
- 長期サポートに不安。

<マーク6>壊れないプリンタ製品のメーカを教えて欲しい。

(5) RFID 導入の効果

- ポカミス防止
食品製造の現場では「特に、誤投入、誤計量が亡くなった。」という話が強調されていた。
- 生産性の向上
どのような製品を生産するかの製作情報を RFID に書き込んで生産工程エリアを動き回るのに好都合。情報を読み取り作業指示が端末に表示され、生産性があがった。
品質検査の結果データを RFID に書き込み出荷前検査終了後に、データを回収し、データベースに貯蔵。RFID を外して、再利用。出荷前にバーコードに変更して出荷。追跡トレーサビリティはバーコードを使用している。
- 生産管理が容易に
生産管理に必要な情報を RFID に持たせることで、パレットが停滞しても直ぐに確認ができる。
生産管理データベースとの付き合いも容易である。
- 設備管理への応用

まだ、課題はあるものの、RFID の特長をつかむと、工夫がシステムに容易に組めることが解かったという。いろいろアイデアも出てきて、その効果は広がっているという実感はあった。

(6) RFID を採用しているシステムの上位システムは何か

上位システムによって違いがどのように出てくるのかについてヒアリングを行った。

- 生産管理・指示システム
スケジューラによって、その日の生産する生産指示情報を RFID に書き込む使い方をしている。
- PLC、DCS
読み取り情報を PLC や DCS へ上げて、生産プロセスを進める条件にしているケース。
- 倉庫管理システム
パレットにある RFID を読み取って倉庫管理システムが動作するシステム。パレットに載せている物情報をパレットの RFID と倉庫管理システムのデータベースに記録されているので、倉庫管理システムがクラッシュしてもハンディ端末で確認しながらの作業が可能にしていた。
- その他（単独の出荷システム）
出荷後のトレーサビリティ用に使用。出荷先のユーザ指定対応で行っているケース。

（ 7 ） RFID に対する要望、期待事項

- RFID の価格の低下（用途が広がる）
アンケートの生の声： RFID コストの低下により製品毎に管理したい
RFID について、コストの低下（例. 5 円以下 / タグ）
RFID について、コストの低下（例. 1 円以下 / タグ）
- RFID の周波数、仕様の標準化
アンケートの生の声： RFID について、UHF 帯の方向性を早く決めてほしい
無線 LAN のように性能を統一してほしい
周波数帯、仕様を世界で標準化してほしい
- アンテナ等(2次元、RFID)機器コストの低下
アンケートの生の声： アンテナ等の機器のコストの低下（RFID、2次元）

（ 考察 ）

コストの課題は、ベンダ努力になるが、市場が広がれば需要増加による生産量増大によって価格の低下が期待できる。使用の統一の課題については、デファクトスタンダード化の動きが見えていないのが現状である。

4.5 ヒアリング調査の被調査者の意見

今回の調査を行ったことで、製造業ユーザの声を聞くことができた。そのいくつかをここに上げておく。

- 被調査者 A：食品製造会社 生産管理情報セクション課長
無線の回線断が時々起こる。ネットワークのトラフィック等をチェック中。
熟練作業員が激減し、パート、アルバイトに頼ることになる。ID で対策中。
- 被調査者 B：食品製造会社 生産統括ユニット
製造現場での ID 活用が遅れている。セキュリティは今後の課題。

- 被調査者 C：食品製造会社 装置技術部
RFID による資産・設備の履歴管理をしたい。現状はプリントアウトでの管理。
- 被調査者 D：電機製品製造会社 生産技術グループ 技師長
中国の工場でのラインのセル化、トレーサビリティが今の課題。
RFID をパレット管理に使用しているが、高温洗浄（200℃）ができない。
また、金属（モーター本体）への RFID を埋め込みができないか。
RFID の容量は 1K バイト位ほしい。もっと多くのデータを書き込みたい。
- 被調査者 E：食品製造会社 生産技術開発センター グループ長
ID はまだ全ての職場で導入していない。
RFID は現在、仕様の検討段階。
全体的に ID の活用がこれから広がる様子。
RFID について、コストの低下（例. 1 円以下/タグ）、RFID のメリット（例 1:N 読み込み）を考慮し、バーコードとは別目的で使用したい。
- 被調査者 F：食品製造会社 工務課 係長
資産管理に RFID を活用し、履歴の管理ができる。現状は資材 No.を張っているだけ。
RFID について、コストの低下（例. 5 円以下/タグ）すればビン毎に付けて管理したい。現在の 2 次元バーコードでは情報量が足りない。
- 被調査者 G：食品製造会社 工場工務課 係長
以前のように POS データが直接工場にくるのでなく、上位のシステムで各工場へ指示データを送ってくる。
原材料管理には ID が活用されていない。
今後はトレーサビリティの必要性を感じている。
- 被調査者 H：食品製造会社 工場工務課 係長
今後はできるだけ製品個々の管理をしたい（RFID）。
- 被調査者 I：化学樹脂製品製造会社 生産技術課
現状では ID 等の活用が遅れている。
RFID によりレシピ等情報量の多いデータの管理をしたい。
- 被調査者 J：化学化工製品製造会社 生産技術研究所
RFID により製品毎（サンプリングで）の流れの中での環境の履歴を管理したい。製品の変化（劣化）に対処するため。
現状では ID 等の活用が遅れていると認識している。
防爆エリアでハンディ、アンテナが設置できない。
- 被調査者 K：冷凍食品製造会社 技術部 生産チーム
二次元シンボルリーダーの性能が出せず、目標のラインのスピードが出せない。
- 被調査者 L：電機部品製造会社 生産管理部
受注 指示書作成 発注 受入・検収業務にバーコード使用。オフコンで管理。
現状では ID 等の活用が遅れている。
- 被調査者 M：電気製品製造会社 生産技術部
現状では ID 等の活用は全く行っていない。カンバンも紙で運用。
来年度目標にトヨタ生産方式の導入を計画中。

- 被調査者 N：化学繊維製品製造会社 技術部工務課長
防爆エリアで使える ID 機器（少なくともハンディ）を探している。
- 被調査者 O：自動車部品製造会社 生産技術部
自動車メーカーからの要求により、ID タグの導入を検討予定。
- 被調査者 P：製紙製品製造会社 開発推進部 係長
ID タグの活用方法を検討中。
カイゼンと製造ミスを極力減らしたい。
- 被調査者 Q：自動車部品製造会社 製造部 係長
長期供給保障製品専用倉庫の在庫管理から ID タグの活用を始めたばかり。
- 被調査者 R：精密機械製品製造会社 生産設計 主任
現状を改善したいが要員等が不足している。
- 被調査者 S：医薬製品機械製造会社 技術部 設計二課
既に製薬業界にかかわらずバリディティを求められ対応している。
- 被調査者 T：自動車部品製造会社 製造部 係長
自動車会社の完全下請けだがシステムはコピーできない。独自の生産システム開発になる。
バーコードで行っているが、もっと生産指示情報を増やしたい。（焼入れ温度等）

5. 使用事例

電子タグを利用した事例を目的別に取り上げた。

5.1 人的ミス撲滅事例

- チップマウンタでの事例（資料提供元：株式会社デジタル）

（1）システムの目的

チップマウンタに装着した IC タグ付のカセットを読み込むことにより誤挿入を防止する。

（2）課題

- 従来、手作業・目視確認で行っていた段取工程での代替部品の登録、実装工程での作業指示・部品照合を行うに本システムを使用することにより、人的ミスが多く3%程度の不良品となる。
- 現場での問題発生時の記録がほとんど残されていないので再発の連続。

（3）解決策

- ホストからの部品配列表をもとに、実装機に部品を装着するための部品照合・作業指示をコントロール付き表示器で実施。
- 管理パソコンで、作業履歴を自動的に記録。
- 後付のため設備に導入が容易。

（4）導入効果

- IC タグを用いることにより、従来2人で行っていたミス防止確認を効率的に誤装着の防止を実現。
- 部品投入履歴などの手書き記録が不要となりトレーサビリティの実現、作業工数が削減。
- LOT 番号、代替部品の処理情報が記録されるため、実績管理や在庫分析への活用ができた。
- 部品交換時の生産数が記録されるため、問題発生後の工程追跡が容易だった。
- 製造情報の収集はチップマウンタにセンサを後付けするだけ。既存設備メーカーの心配不要。

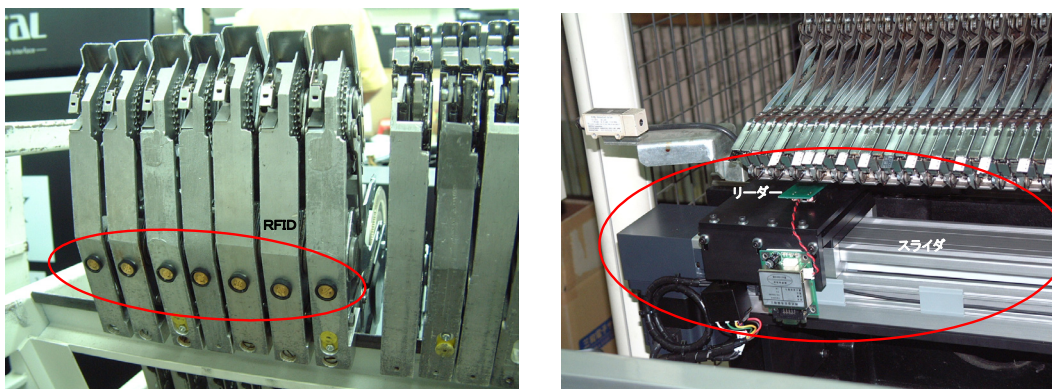
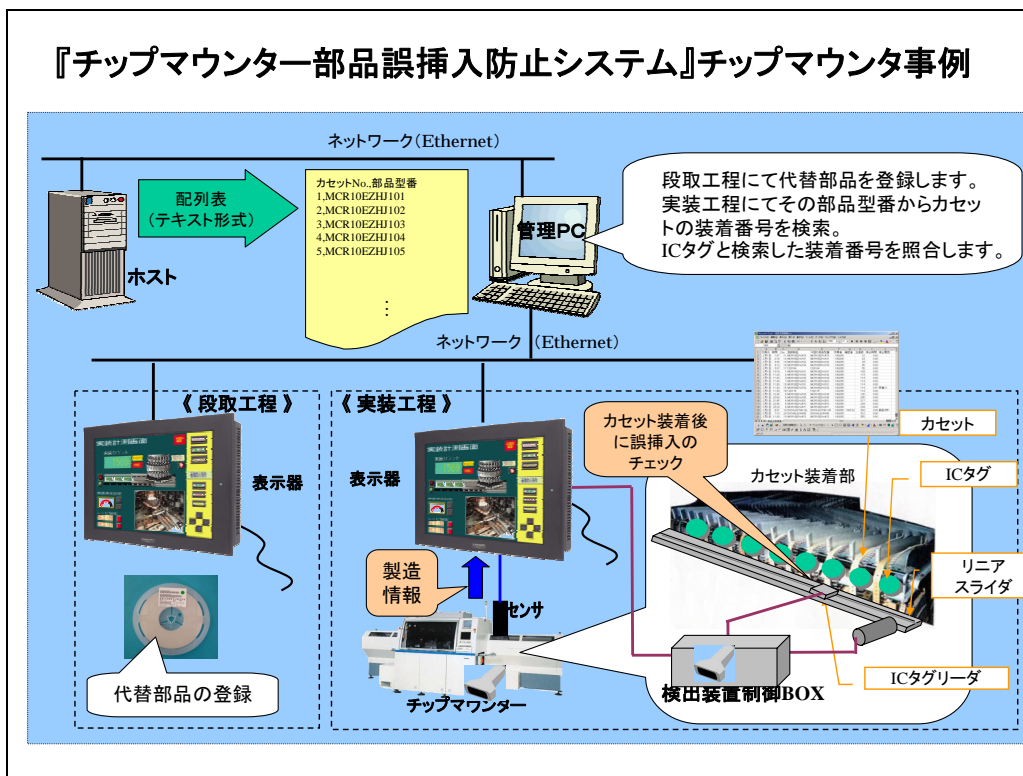


図 5 - 1 チップマウンタ事例

5.2 シール式からのカイゼン例

- ペレット充填振り分けシステム例（資料提供元：株式会社システムティカルソフトウェアコントロール）

(1) システムの目的

- 袋詰めされたペレットの品種管理を行いたい。
- 梱包時のパレット振り分けを自動化したい。
- 生産手順の簡略化を行いたい。

(2) システムの流れ概要

- ペレットを充填する袋にシール形のタグを取り付ける。
- ペレットを充填する際に、品種データとロット No をタグに書き込む。
- ベルトコンベアで下流に流された袋のタグから品種とロット No を読み込み、生産の確認とマテハンにてパレットへ自動で振り分けを行う。

(3) このシステムが持っていた課題

- 印刷の濃度や、水濡れ等により、バーコードや画像認識によるデータ取得がうまくいかなかった。
- 生産から出荷までの品種データとロット No が連続していなかったため、トレーサビリティデータとして成り立っていなかった。
- 目視による間違いも防止したい。
- 品種の確認作業を行っていた人工を削減したい。充填人員を、マテハンでのパレット振り分け時の操作人員として兼務させたくない。

(4) 解決策

- 充填物に依存せずに情報を読み込む為に、RFID を使用する。
- 充填時の品種とロット No の選択を行う為、表示器付きコントローラを使用する。
- オフィスで生産情報を収集する為、データ収集ソフトウェアを使用する。

(5) 導入効果

- RFID を使用する事でデータ取得がスムーズに行う事が可能になる。
- 品種の確認作業を行っていた人的負荷を削減でき、ヒューマンエラーを確実に防ぐ事ができる。
- パレット振り分けが完全に自動化された事により、マテハンのみでの動作が可能になる。
- 生産から出荷までのデータが連続されたため、トレーサビリティデータとして確実な生産管理を行うことが可能になる。

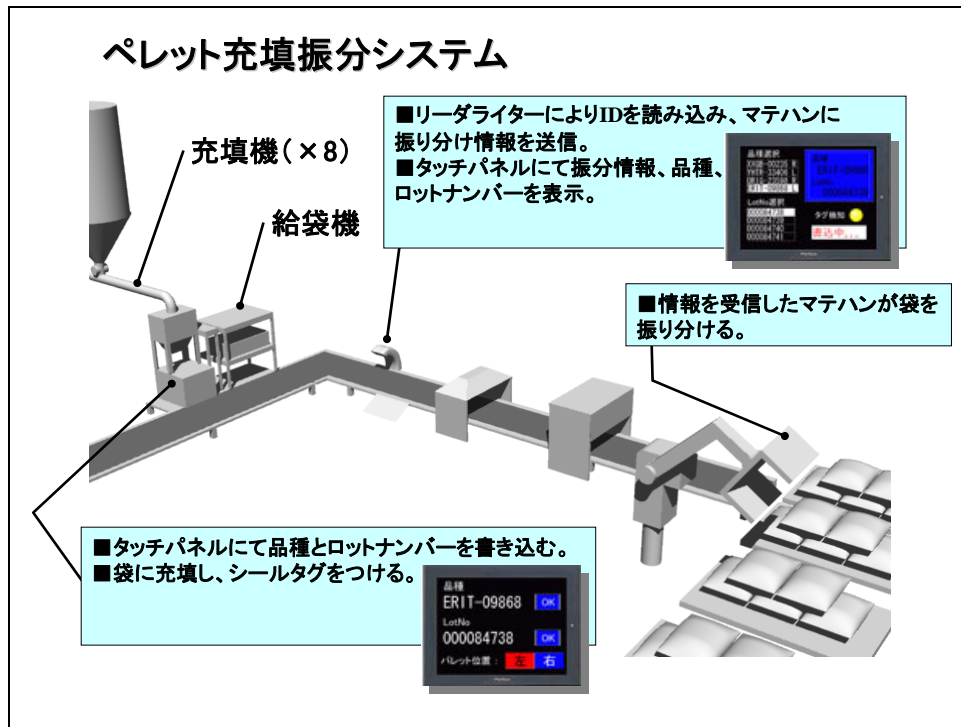


図 5 - 2 ペレット充填振り分けシステム



図 5 - 3 ペレット充填振り分けシステム

5.3 工具類管理カイゼン例

- 原子カプラント関係の工具類管理システム（資料提供元：株式会社システムティカルソフトウェアコントロール）

（１）システムの目的

- 発電所内部の危険地域等に立ち入る時に、工具の置忘れ・紛失を防止したい。
- 点検情報や作業履歴等を管理したい。

（２）概要

- 工具にタグを取り付け、あらかじめ工具 ID を書き込む。
- 作業場の入り口で作業情報(日付・場所・作業員)を入力し、内部に持っていく工具のタグ情報を読み込む。
- 作業終了後、再度入り口で工具のタグ情報を読み込み、置忘れが無いかどうかチェックする。
- 点検情報や作業履歴を収集する。

（３）課題

- 大きな被害に繋がる為、発電所内部に工具を置き忘れる事があってはならない。
- 点検情報や作業履歴が手書きの為、実際の作業との刷り合せが出来ていない。
- 工具は金属製の物が多い為、タグの使用が困難。
- タグを工具に取り付ける為、タグが水濡れや振動に強い必要がある。

（４）解決策

- 工具を必ず持ち帰る為に、RFID を導入する。
- 金属に対応するタグを使用する事で、金属性工具への取り付けを可能にする。
- タグの表面を専用樹脂で覆う事により水濡れや振動を防ぐ事が出来る。
- 点検情報の入力を行う為、表示器付きコントローラを使用する。
- オフィスにて作業情報を収集する為、データ収集ソフトウェアを使用する。

（５）導入効果

- RFID を導入する事で工具の置き忘れを防止し、大きな被害を防ぐことが出来る。
- 施設の作業員の把握や、工具類の使用状況を遠隔地にてリアルタイムで確認出来る。
- 点検情報や作業履歴を収集したデータを報告書等の提出書類として利用出来る。

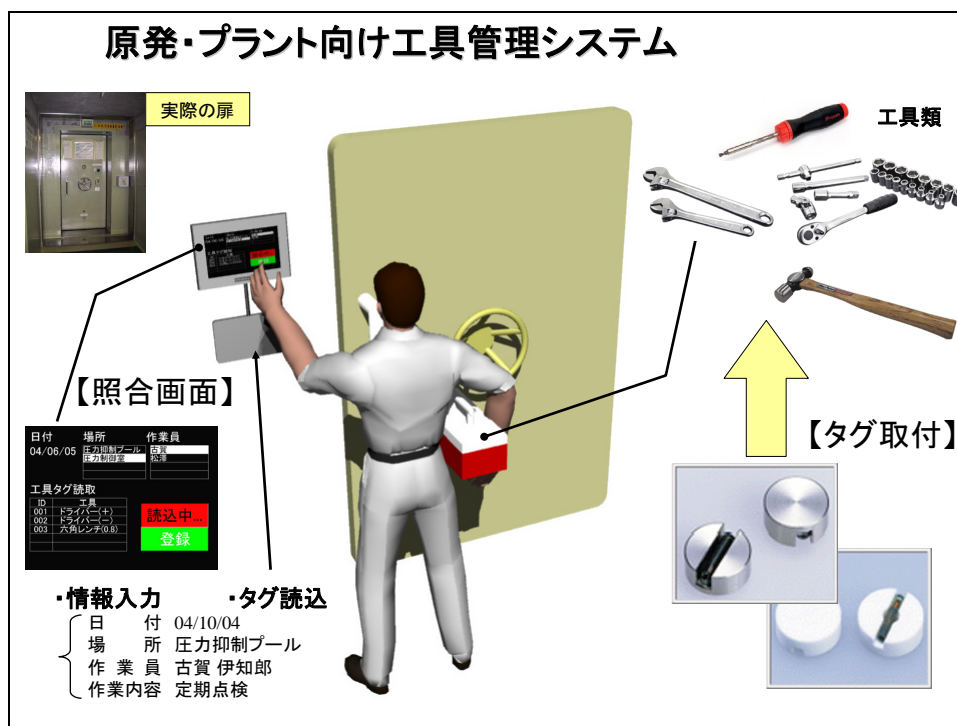


図 5 - 4 発電所向け工具管理システム

5.4 倉庫及び加工管理システム導入例

- コイルセンターの倉庫管理システム（資料提供元：株式会社立花エレテック）
コイルセンターとは、コイルセンターとは鉄鋼メーカーから仕入れたコイル状に巻かれた鋼板を、指定サイズに切断・加工しお客様に届ける鋼板加工・販売のセンターのこと。

（１）課題

- 母材コイルは天井クレーンで移動させるが、運転席から床置きされた母材コイルを判別することが困難である。現状は、在庫フロアに1人母材コイルを確認する作業員を配置し、クレーン運転席の作業員とトランシーブでやりとりを行っている。
- 母材コイルには似通った型番があり、間違った母材コイルを加工してしまう場合がある。
- 母材コイルに型番を大きく印刷した用紙を張り付け間違いがないように注意しながら作業を行っている。
- 加工する母材コイルを在庫から探し出すことが困難である。
- 事務所で印刷された在庫リストを確認しながら、母材コイルを探し出している。

（２）解決策

- クレーントング部の下部にセンサを取り付ける。
- コイルの入庫時に RFID を取り付ける。
- コイルの積み上げ情報もデータ管理して、加工スケジュールに合わせて、積み上げパターンを組む管理ソフトを作成。

- クレーン操作盤の横に積み上げ情報と操作指示情報を表示し、見えるようにする。

(3) 導入効果

- 母材コイル移動作業が（従来：クレーンマン、フロアマン2名従事）クレーンマン1人の作業で可能となった。
- クレーンで母材コイルをつかむと、RFID タグを読み取り照合するため間違った母材コイルを加工してしまうミスがなくなった。
- クレーンに取り付けたレーザー距離センサで、母材コイル保管口ケーションを自動的に算出するため、ロケーション入力の手間が省けまた入力間違いもなくなった。（正確な在庫データの作成）
- 在庫母材コイルを、当日加工予定母材コイルの上に積んでしまうことがなくなりムダがなくなった。
- 加工予定母材コイルを在庫の中から探し出す手間が省け、クレーンの稼働効率が上がった。

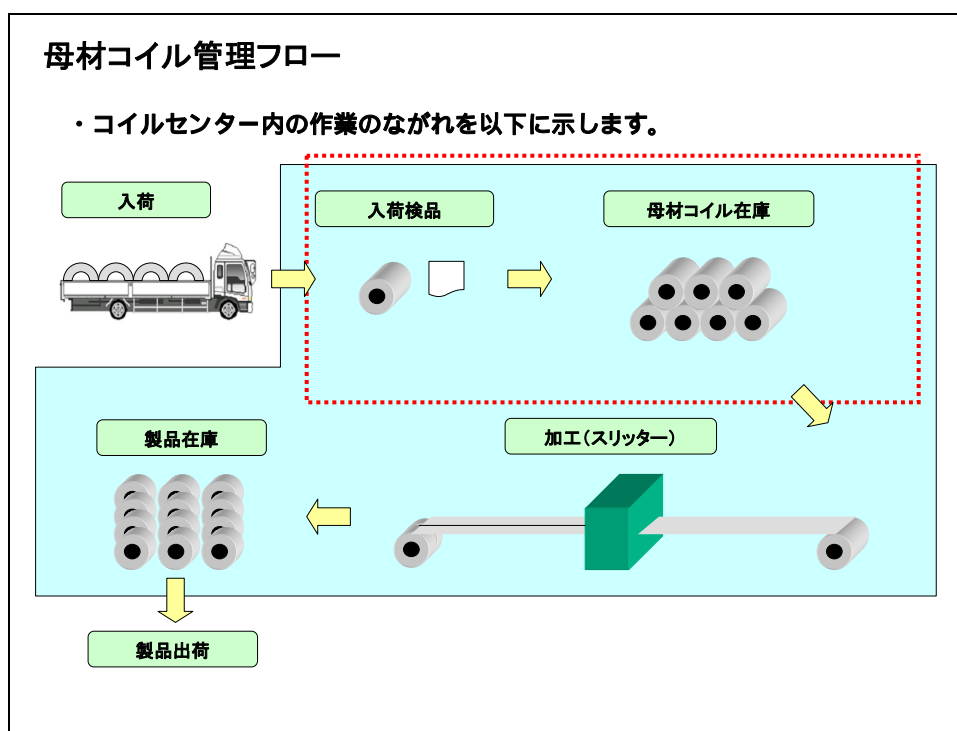


図 5 - 5 母材コイル管理フロー

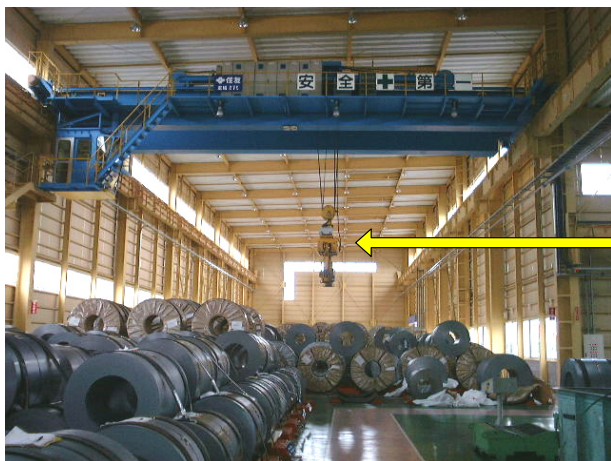
母材コイル在庫状況



母材コイル在庫エリアの写真です。

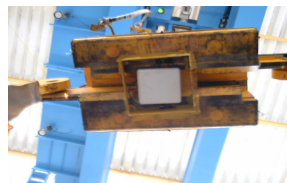


現場風景



↑ 全体風景(クレーン)

↓ クレーティング部



↑クレーティング部(下面)



タグ取り付け機

図 5 - 6 母材コイル在庫状況

5.5 牧畜管理システム事例

- 飼育管理システム（資料提供元：株式会社デジタル）

（１）目的

- 子牛の哺乳作業を100%自動化したい
- 哺乳管理を行うことにより、よい牛を育てたい

（２）概要

子牛は、哺乳時は少しでも多く飲みたい状態で、個別健康管理が難しい。パソコンを置ける環境でもなく、使える環境でもない。

（３）課題

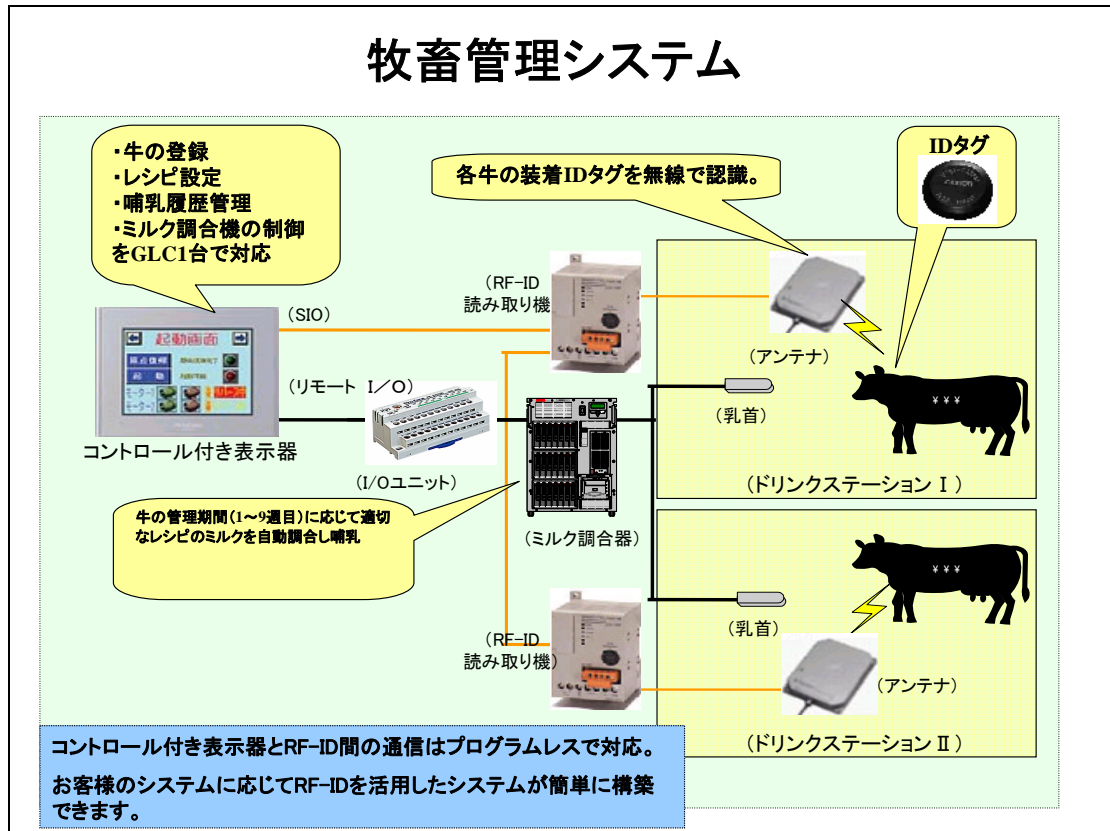
- 子牛の哺乳作業に時間がかかる。
- 子牛が乳を飲みすぎてしまう。
- 哺乳管理が人任せである。
- 悪環境のためバーコードでは読み取れない。

（４）解決策

- 調合から哺乳までを自動化するためにコントローラ付き表示器を使う。
- 牛の個体認識を簡単にするためにRF-IDを利用する。
- 悪環境のため、現場でパソコンを使わない。

（５）導入効果

- 子牛60頭に計10時間/日の作業時間が0時間になった。
- RF-IDを使ったので読み取りミスがないためスムーズに哺乳が可能となった。
- なりすましがなくなったため、飲みすぎがなくなった。
- 過去の哺乳記録が見られるため、牛の健康状態確認がデータと付き合わせてできるようになった。



5.6 バーコード使用事例

現状は、バーコードを使用している企業が多くその実態について以下に記す。

5.6.1 食品製造・加工業生産現場にて (資料提供元：株式会社デジタル)

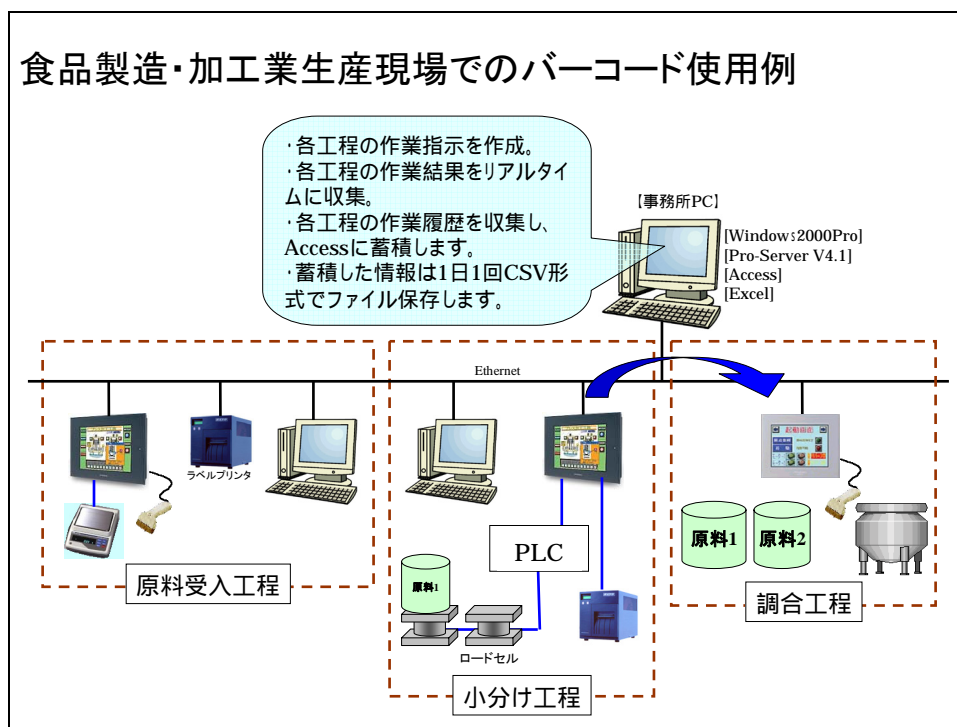


図 5 - 7 食品加工製造会社の生産現場でのバーコード使用事例

(1) 原料受入工程での事例

(a) 導入前

- 原料管理用の伝票が大量にある。(検索が大変)
- 原料消費期限切れによる製品廃棄の発生。
- 原料未入荷による生産停止発生。

(b) 導入後

- 原料管理用伝票の大幅削減。
- 入荷時点で原料 Lot、消費期限、入荷日、入荷量等を PC で管理する為消費期限切れや在庫不足の解消。

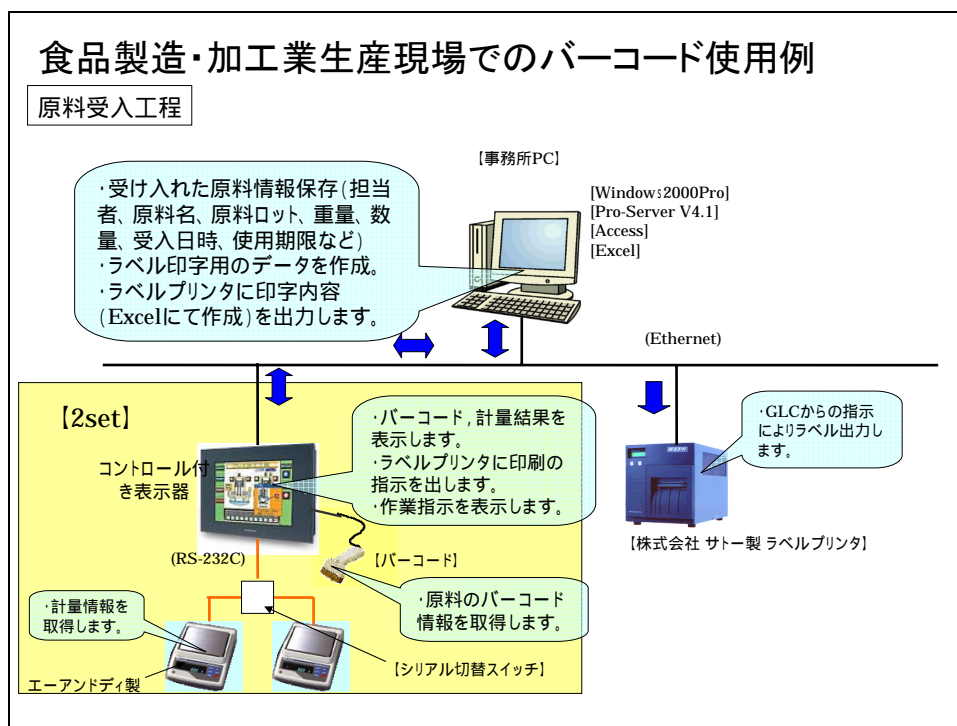


図 5 - 8 原料受入工程

(2) 小分け工程での事例

(a) 導入前

- 小分け作業を 2 人一組で実施 (一人が作業、もう一人が重量チェック)
- 紙での作業指示のため、計量ミス、記入ミス発生

(b) 導入後

- 小分け作業を一人で行う
- 計量データを取り込むことで、計量ミス、記入ミス撲滅

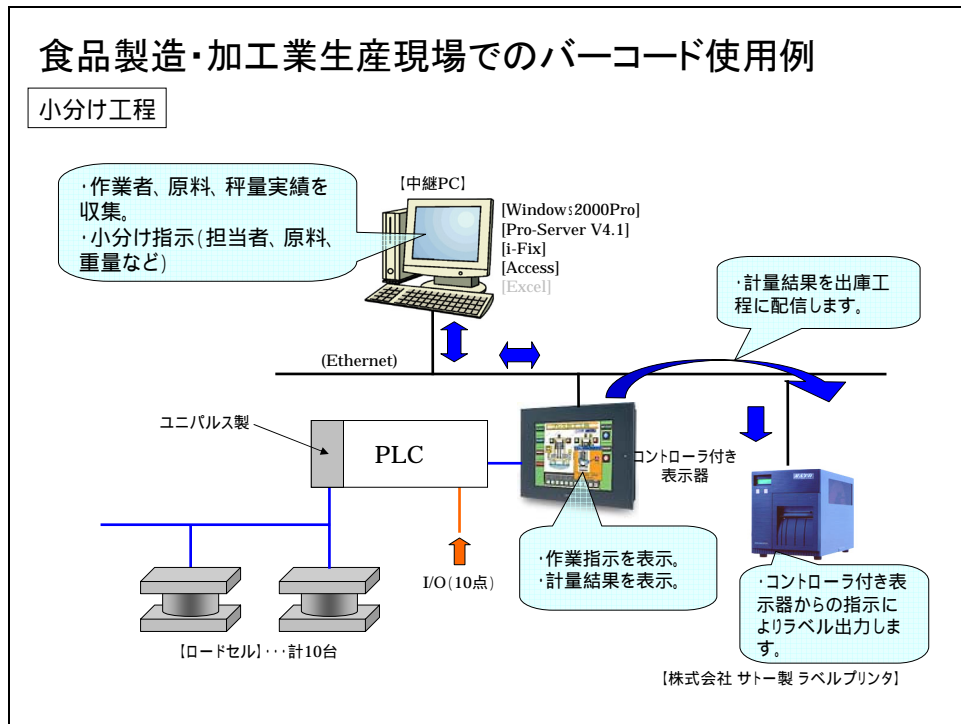


図 5 - 9 小分け工程

(3) 調合工程での事例

(a) 導入前

- 調合作業を熟練者（ベテランパート社員等）が担当。
- 紙での作業指示のため、調合順序、加熱漏れ、調合ミス発生。
- 2重3重に人がチェック。

(b) 導入後

- 作業者を選ばずに業務シフトを組めるようになった。
- 加熱や攪拌が終了するまでそばに付いていなくても画面に残り時間を表示。
- チェック作業が不要。

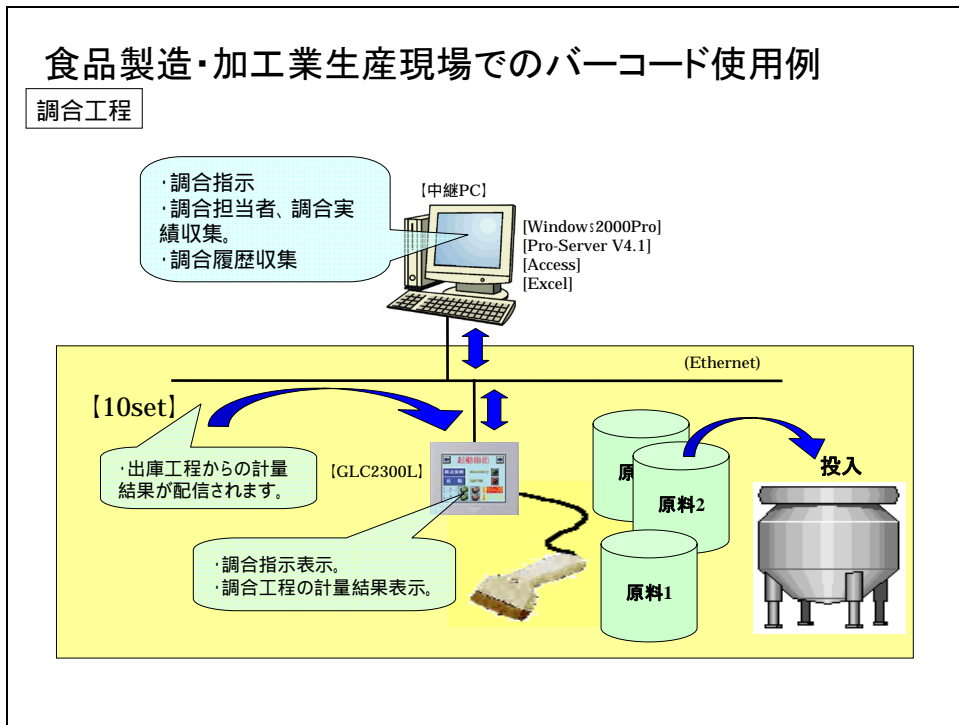


図 5 - 1 0 調合工程

5.6.2 電機組み立て製造での事例（資料提供元：株式会社デジタル）

表示器を生産している株式会社デジタルの生産ラインでのバーコード使用事例である。

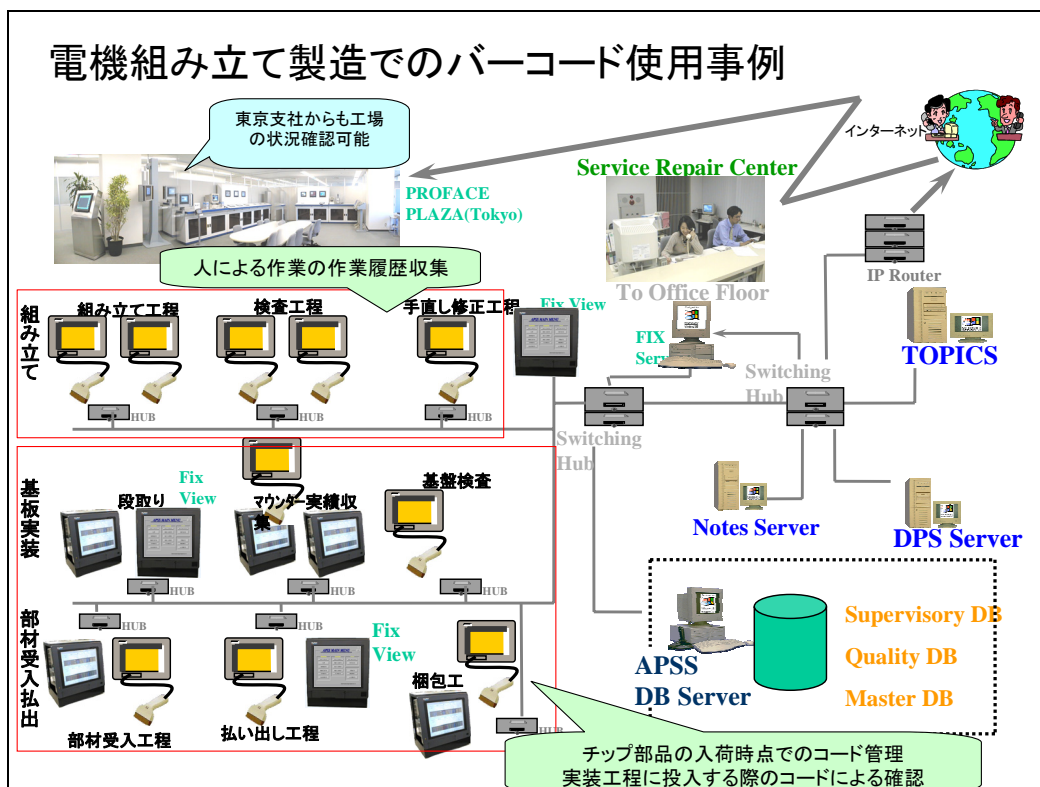


図 5 - 1 1 電機製品組み立て事例

A P S S (Active Production Support System) というトレーサビリティシステムがあり、その導入目的は、

- 製品毎のタッチパネルによる作業指示
 - 現場のペーパーレス化の実現
 - 正確な作業開始、終了時間管理
 - 作業結果再入力作業の削減
 - 作業者の精神的負担軽減
 - 担当者、作業内容履歴管理
 - 作業履歴管理と責任の明確化
 - アセンブル部品ロット不良への対処
 - 在庫の管理
 - 必要部品発注時期の見極め
 - 使用部品、作業履歴管理
 - 部品ロット不良への対処、工程に対する責任の明確化
 - ラベル添付、バーコードによる作業安全管理
 - 誤投入防止ミスを減らす
 - 品目管理による作業煩雑を無くす
- が上げられる。

電機組み立て製造でのバーコード使用事例



可搬型端末としてEthernet付きGPを使用



電機組み立て製造でのバーコード使用事例

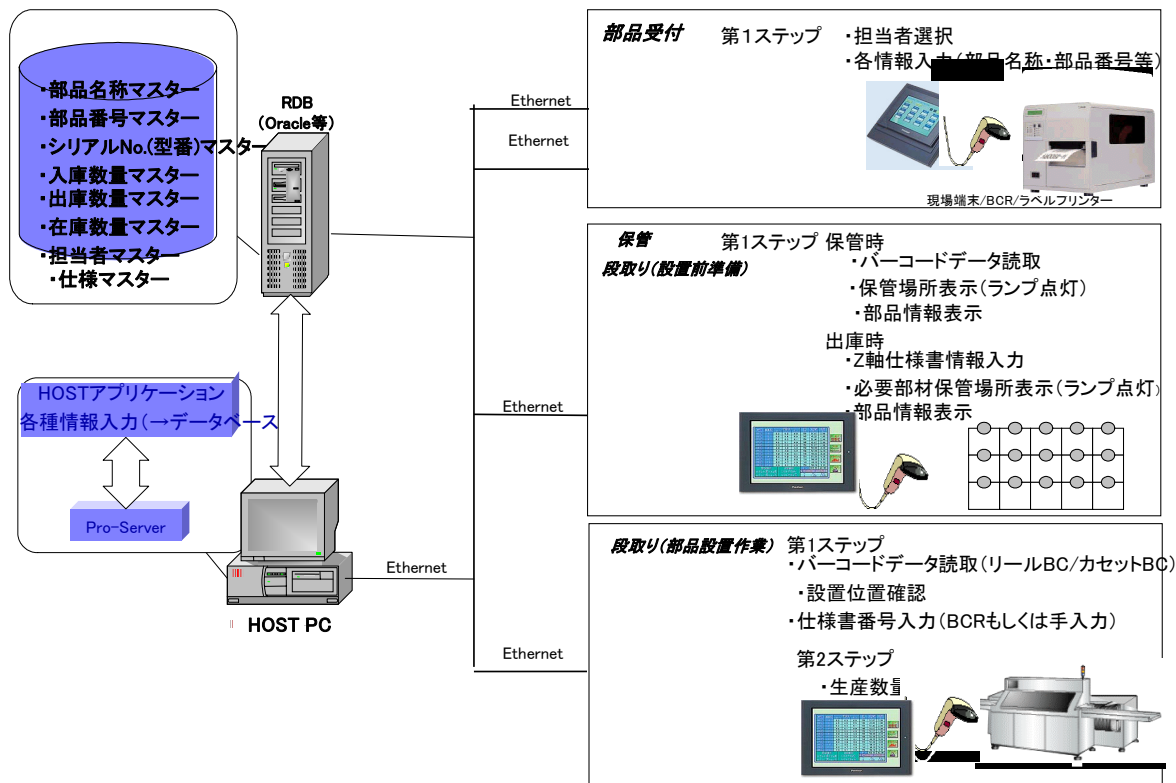


図 5 - 1 2 電機製品組み立て事例

6. 製造業の生産システムにおける電子タグの現在見えている課題について

6.1 現在見えている課題

(1) 生産システムそのものが抱えている課題

現時点で、電子タグを生産システムに導入し、電子タグの効果を生産ラインに活かし、製造業の生産現場で抱える課題を解決して、ニーズに合ったより良い生産現場を構築していくには、以下の課題が上げられる。

(a) 設備、部品、装置、製品の仕様区分

ラインを流れる製品や組み立ての製品の電子タグと設備の電子タグがセンサに反応する。

考えられる対策：消費者に渡る製品と製造設備品の使用周波数帯を分ける。

アンテナの長さで反応距離を使い分ける。(部品用電子タグはセンサ反応距離が短い数ミリ単位。製品単位の電子タグは数センチ。パレットは数十センチ。というように分ける。)

(b) 製品と部品の電子タグ仕様区分

製品のタグ情報を採ったつもりが部品のタグだった。

考えられる対策：分類情報をタグ情報のフォーマットに取り入れる。

(c) 製品と製品の距離が縮まらない。

センサに反応する情報が複数になる。

考えられる対策：ターゲット範囲を絞れるセンサ構造。(指向性が高いセンサを採用する。)

(d) 周囲の素材環境

金属板で囲うと反響する。

考えられる対策：反響しない素材・遮断素材を使用する。

(e) データベースやアプリケーションで識別する為の業界 / 製造者 / 製造年月日 / 対象となる法的区分

必要となるのではないか。

6.1.2 生産現場そのものの課題

物流のトレーサビリティはかなり進んできているものの製造工場の生産現場のトレーサビリティは遅れている。

トレーサビリティ課題としては以下の項目が上げられる。

- 生産工程の品質管理が見えていない。
- 人に依存した生產品質管理になっている。
- 生産プロセスそのものが見えていない。
- 法的な制限を受けるものに対する対処が遅れている。
例：有害物質の管理記録履歴が無いと輸出できない。

PR 法対応での履歴管理ができていない。

リコール対策での処理対象を最小限に抑える仕組みができていない。

- 生産効率を示すデータを把握することができていない。

6.2 その他の課題

- 人材が年々いなくなっている。

7. 電子タグの生産システムへの応用調査研究への期待（アンケート結果より）

前章で上げた課題に対する対策手法として、RFID 活用に期待するところが大きい。
それを具体的に上げると以下の通りである。

（１）アンケート実施での生の声

アンケートから直接は読み取りにくいので、ヒアリングの内容をまとめて以下に記載する。

- 製造現場での活用事例をいろんなアイデア含めもっと教えて欲しい。
- 課題別（トレーサビリティ、バリデーション、生産方式別など）の活用注意事項をまとめ形で公開して欲しい。
- RFID を活用するとこんな生産方式が開拓できるを教えて欲しい。
- RFID を活用しているところの見学がしたい。

（２）今後の課題

具体的な課題に対して、具体的なニーズをまとめて体系化し、電子タグを生産システムに応用することで解決するそれぞれの対処法（ソリューション）を具体的に研究し、成果を公開し、製造業に貢献する専門委員会を立ち上げる必要性を感じる。

その為に、それぞれの課題のニーズの整理と体系化を進め、電子タグを採用するメリットをまとめる必要が今後の活動にある。

8. 電子タグ応用ソフトウェアプラットフォームについて

電子タグを生産システムに応用し、広く普及していくためには、電子タグやリーダライタの技術だけでなく、ソフトウェア面からのサポートも重要なファクタとなる。例えば、ある工場内で電子タグを応用し生産合理化を実現する場合に、製品そのものにつけるタグ、製品や部品を格納するケースやパレットにつけるタグなど、複数の種類のタグが共存することが多い。そのような場合でもタグ種別を意識することなくシステム設計できることがアプリケーション開発の効率化の上で望ましい。また別の例では、工場出荷後の製品が消費者に届くまでの履歴情報や品質記録などを取得しようとする、流通過程において、1つの製品が多種多様なシステムを通過していくこととなるため、それらのシステムが共通的に理解できるデータ構造やソフトウェアが必要となる。

このような状況において、電子タグ応用のソフトウェアプラットフォームとして、具備することが期待される機能には以下のものがあると考えられる。

- ・電子タグの種別によらないソフトウェアインタフェースの提供
- ・アプリケーション開発を容易化するミドルソフトプラットフォーム
- ・生産システムが上位システムとの連携のためのインタフェースの提供

このようなソフトウェアプラットフォームを実現する製品は、近年各社より提供され、徐々に実績が出てきている状況である。

ここでは、その一例として(株)日立製作所が提供している HitRimp(Hitachi RFID Middleware Platform)について紹介する。

HitRimp は、人とモノと位置を履歴情報でつなぐことをコンセプトとしている(図 8 - 1)。生産システムでは、人は作業員であり、モノは製造物であり、位置は工程と考えられる。例えば、ある製造物に対して、ある工程で、どの作業員が、いつどのような作業をしたかの履歴を品質情報として収集することに使用できる。万一、製品クレームがあった場合にも、その原因がどの工程でどのような作業をしたかを追跡するための重要な情報となる。

通常、製品につけるタグと作業員がつけるタグは異なる種類の場合が多いが、タグ種別によらないソフトウェアインタフェースの実現により、アプリケーションプログラムは ID 情報だけを意識すればよく、タグ種別やリーダライタ種別の相違による煩雑なプログラム開発が必要なく、短時間でシステム構築ができる効果がある。

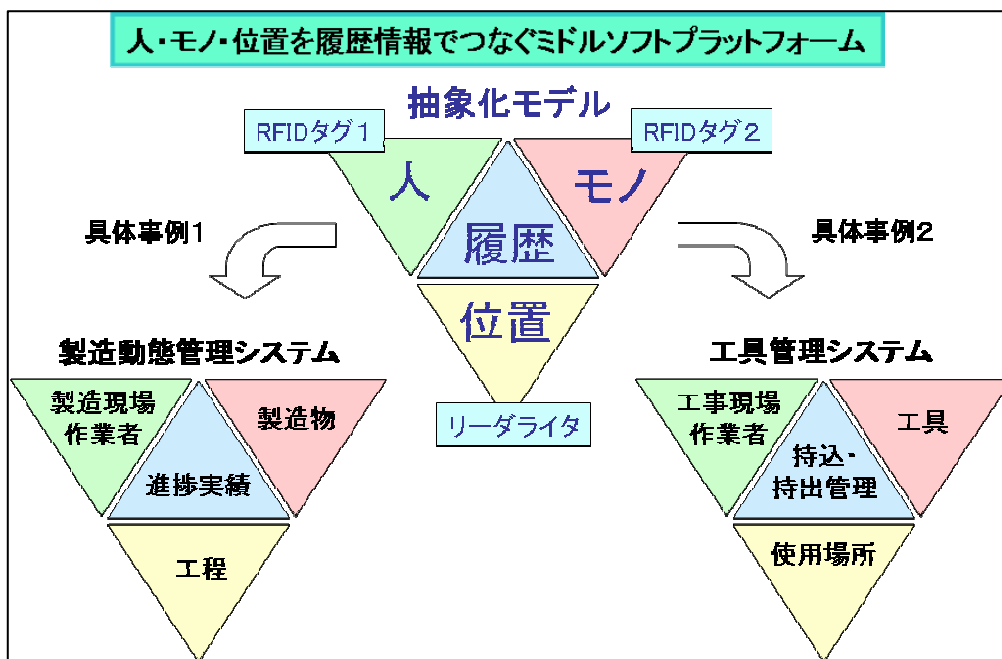


図 8 - 1 ミドルソフトプラットフォームのコンセプト

HitRimp では、オブジェクト指向の考え方を採用している。生産システムでは、比較的標準型に近く、カスタマイズをそれほど必要としない場合と、ラインの複雑さからカスタマイズ要素の強い場合とがあるため、同じソフトウェアプラットフォームといってもユーザごとに期待する機能が異なることがある。そのため、3階層クラス構造(図 8 - 2)として、アプリケーション開発の工数を小さくするためのアプリケーションクラス層から、中間的に画面やデータベース構成をカスタマイズして使用するマネージャクラス層、さらには複雑な生産ラインにあったアプリケーションプログラムを開発するための API クラス層を設けている。これにより、ユーザが生産ラインの複雑さに応じてクラスを選定し、アプリケーション開発をすることができる。

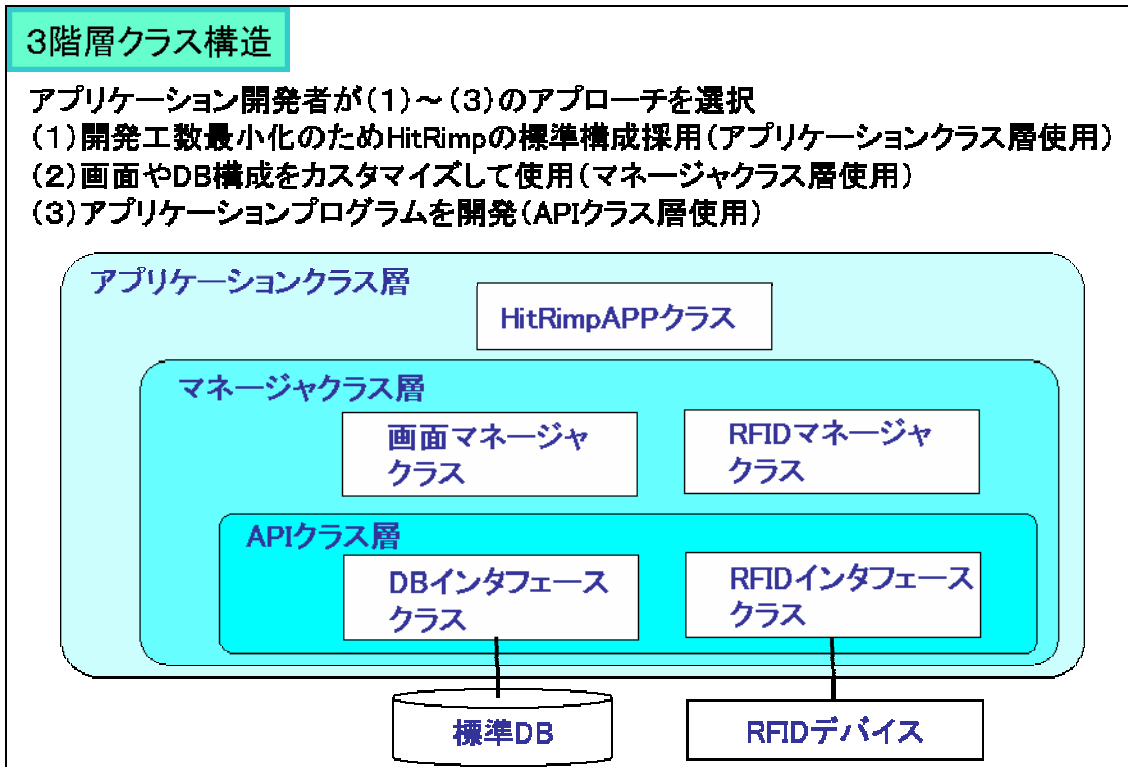


図 8 - 2 3階層クラス構造

9. 電子タグ用ソフトウェアにおける今後の課題

電子タグを生産システムに適用していく上で、複数の電子タグが共存する場合や、電子タグが複数の生産システム・流通システムを経由する場合において、電子タグのデータおよびそのインタフェース、生産システム間、あるいは生産システムと上位システムとをつなぐためのインタフェースを共通化していくことが重要である。

電子タグのデータについては、他の分野とは異なる生産システム特有の情報が必要となると考えられる。部品や材料の管理、アセンブリ段階における多数の部品が統合されて中間製品・最終製品への組立て時の加工履歴管理、材料タンクから材料分配することで製品となる液体・粉状材料の履歴管理、倉庫・在庫管理、製品流通管理などを想定し、生産システムに特化することで逆に標準化ができる可能性がある。

生産システム間や生産システムと上位システムとをつなぐためのインタフェースとして、XMLをはじめとしたソフトウェア技術と電子タグのデータとをうまく関連付けすることができれば、電子タグだけの標準化ではなく、生産システムの開発者、およびユーザの負担が軽減され、既に存在する生産実績システムとの連携もスムーズに進むと考えられる。

10. 電子タグ調査報告書内で使用した専門用語の概要説明

- バーコード
数値情報を太さが異なる黒い縦線と白いスペースの組み合わせで表現したコード
<http://www.technical.or.jp/handbook/chapter-1.html>
- RFID (Radio Frequency IDentification)
電波 (電磁波) を用いて、RF タグのデータを非接触で読み書きするもの。
- RF タグ
電波 (電磁波) を用いて、内蔵したメモリのデータを非接触で読み書きする情報媒体をいう。
- 二次元シンボル
バーコードを重ねたタイプ (スタッドバーコード方式) から情報密度を高めたマトリックス方式がある。
<http://www.denso-wave.com/qr-code/aboutqr.html>
- QR コード
株式会社デンソーが開発
- FDA
アメリカ食品医薬局 (U.S. Food and Drug Administration) のこと。
<http://www.fda.gov/>
- CSV
コンピュータ・システム・バリデーションのこと。
- FDA 21 CFR Part 11
http://www.fda.gov/ora/compliance_ref/part11/
 1. Code of Federal Regulations
 2. 21 CFR 医薬品・食品関連
 3. Part 11 Electronic Record & Electronic Signatures
 4. 1997年8月より施行
 5. FDA が電子媒体における要求事項をまとめた
- GMP
Good Manufacturing Practice (c GMP、 j GMP、 euGMP)
- c GMP
アメリカ合衆国での GMP のこと
 1. Current Good Manufacturing Practice
 2. 医薬品製造及び品質管理に関する米国の規準
 3. 日本での GMP(JGMP)制定は 1970 年代に遡る
 4. GMP3 原則
高品質を保證するシステム構築
製造品の汚染および品質低下の防止
人為的誤りの発生防止

- GAMP
<http://www.ispe.org/gamp/>
- HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point)
<http://vm.cfsan.fda.gov/~lrd/haccp.html>
 1. HACCP : 危害分析重要管理点
 2. 原材料の調達から食品が消費者に渡るまでの工程で起こり得る生物的、化学的、物理的なあらゆる危害の可能性を予測し、その発生を防ぐために重要な管理点を監視し、記録に残す衛生管理手法。
- 薬事法の改正
 1. 2003年4月成立、2005年7月施行
 2. (厚生労働省医薬局は、2003年6月に2005年4月施行への前倒しを告知)
 3. 都道府県のGMP査察 第三者査察の解禁
QA要求の高度化、製造と販売の分離、製造委託の増加
- MES (Manufacturing Execution System)
- SCM (Supply Chain management)
- XML(eXtensible Markup Language)
- セキュリティ
製品の安全品質を守り、設備・システムを守り、データを守ること。
- バリデーション
決めたことを決めた通りに実施している妥当性を検証すること。
- トレーサビリティ
トレースバック/トレースフォワード : 問題領域の限定回収を目的にしたトレース

付録

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

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	11
6.1 電子タグの方式	11
6.2 電磁結合方式の特徴	11
6.3 電磁誘導方式の特徴	13
6.4 マイクロ波（電波）方式	16
6.5 光方式	20
7. 周波数別の特徴比較チャート	22
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～	23

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。

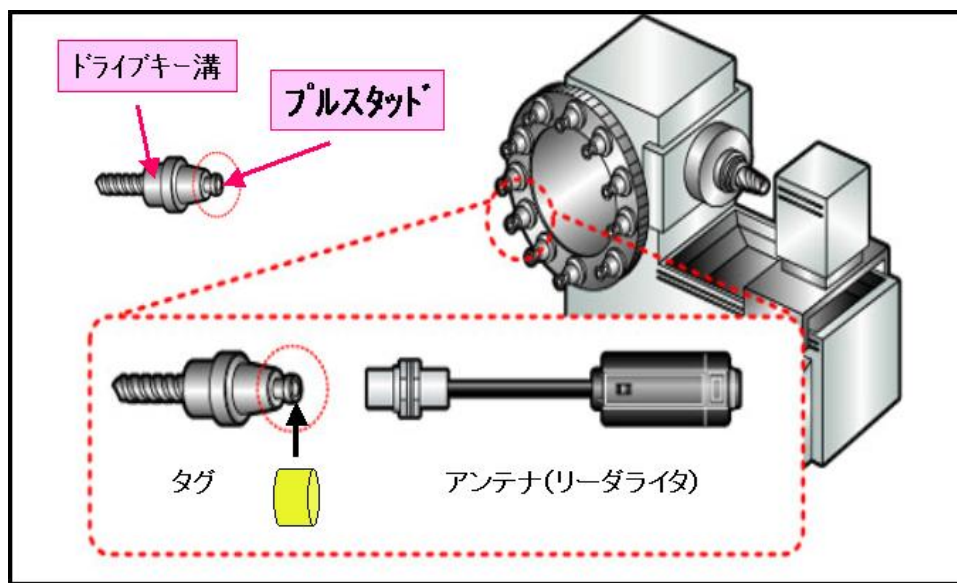


図 1 - 1 マシニングセンタにおける電子タグ活用シーン

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、 工具 No、 工具名称、 工具種類、 工具使用時間、 工具長、 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、

電子メールを活用したい。

インターネットを使って情報を収集したい。

様々な資料を作成したい。

年賀状や住所録を作りたい。

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。
- 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、

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。

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。

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。最近の実装密度が高くて手直しが効かないだけでなく、CPUを搭載した高額の高額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ZZ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、

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+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、以下のように考えると考えられる。

現場における課題の把握

課題の定量化（数値化）

課題解決のための電子タグ採用に関する投資額の算出

+ の効果を出すための運用検討

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（FA）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。

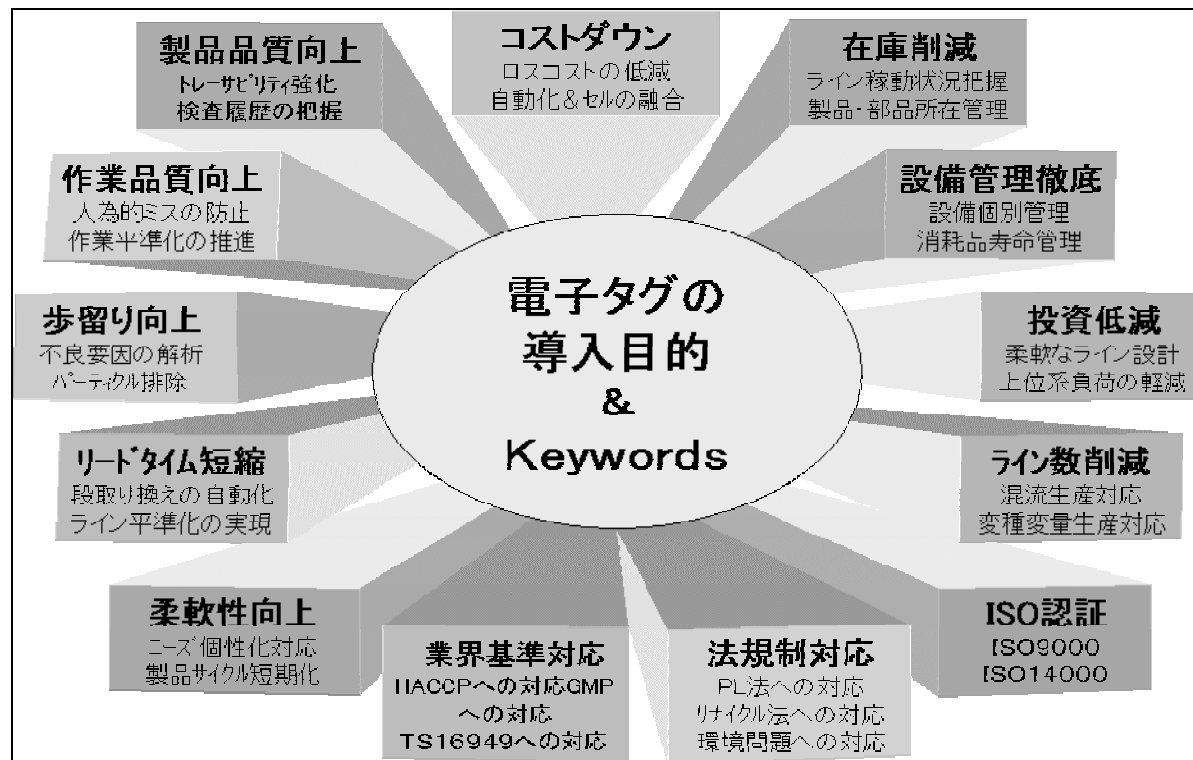


図 4 - 1 電子タグの導入目的&キーワード例

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、

- 品質向上 / トレーサビリティ
- 生産効率化
- 生産フレキシブル性向上
- コストダウン
- 設備/備品管理
- 業界基準対応
- 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、例えば家庭生活上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。

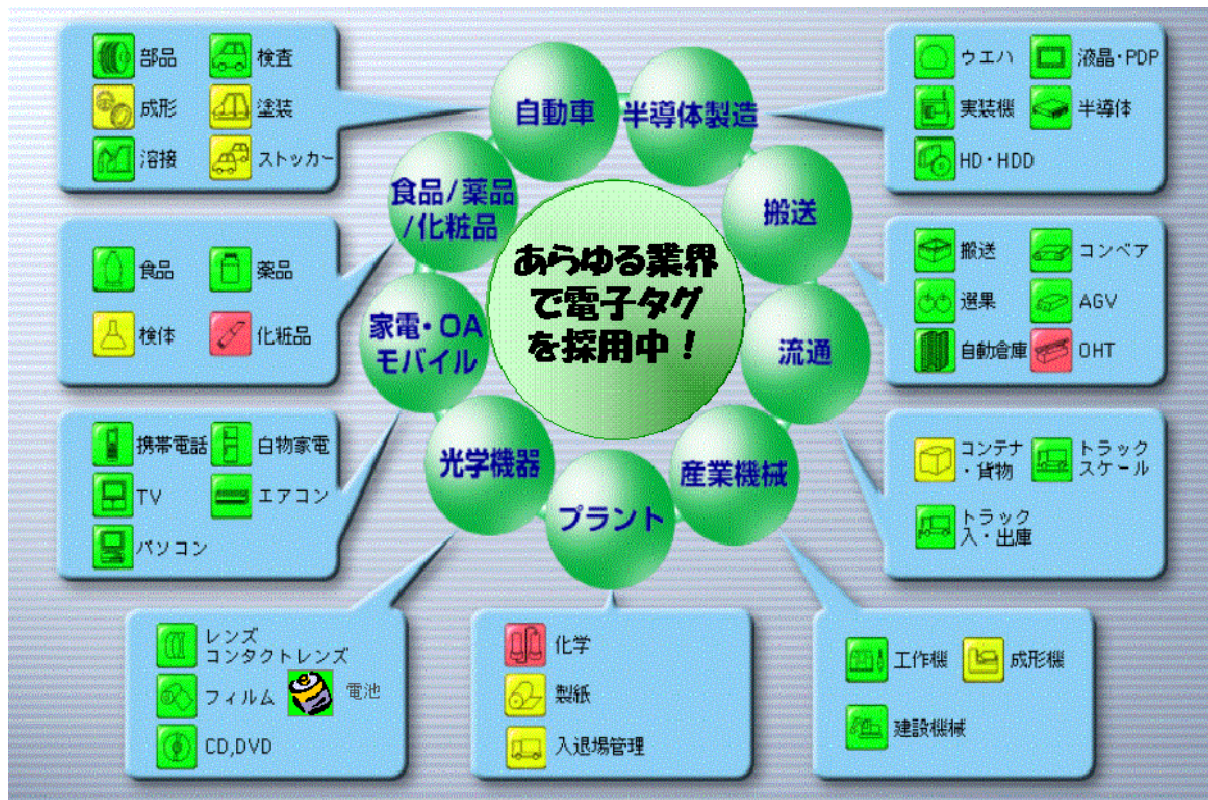


図 5 - 1 電子タグ採用業界と主要アプリケーション

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 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が判断していただければと思う。

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。

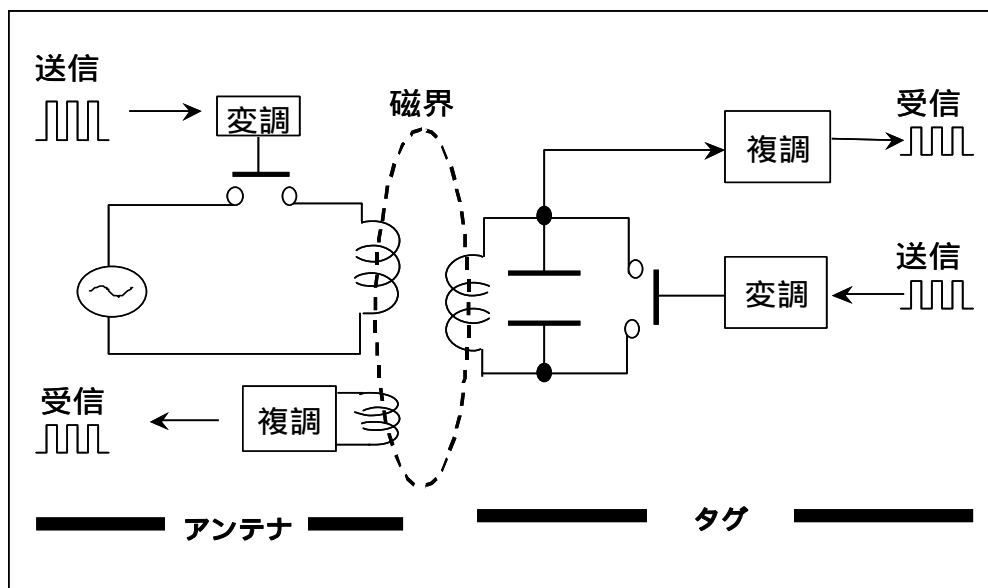


図 6 - 1 電磁結合方式の原理図

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、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。

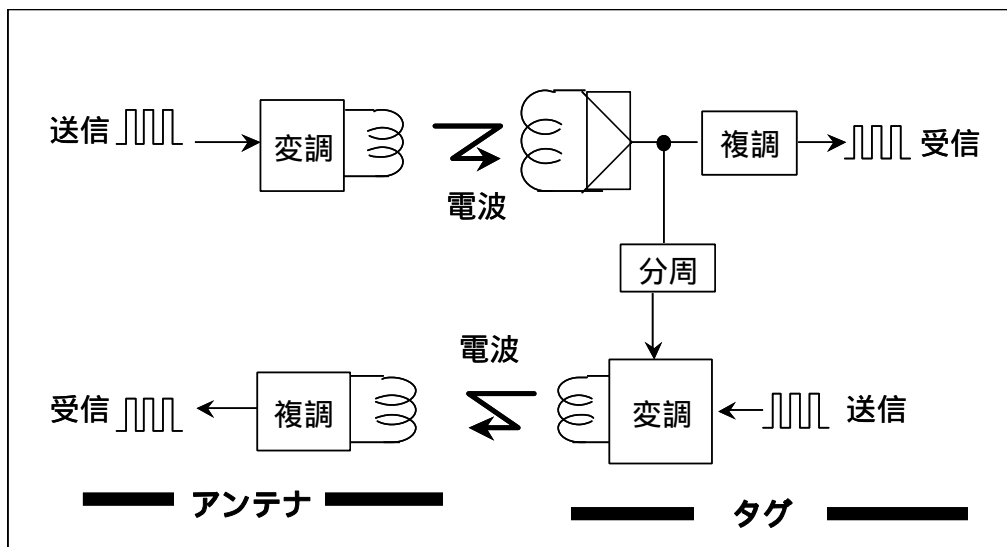


図 6 - 2 電磁誘導方式の原理図

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 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う、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、内部情報を第三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。

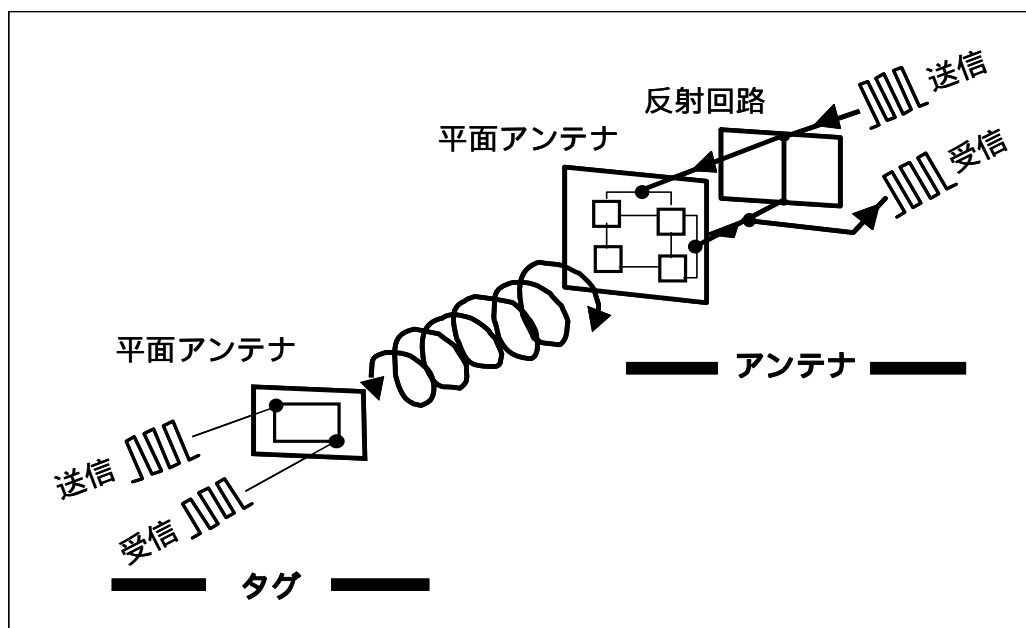


図 6 - 3 マイクロ波（電波）方式の原理図

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 Hz 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 レベルの長距離通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 レベルの通信が可能である。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耗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耗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価格が安い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 レベルの通信を実現している。しかし、タグに電池を搭載せずに 2m レベルの通信を実現するには、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通信ができる反面、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。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通信距離 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、かつ安定した通信をするためには、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通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こり易くなり、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 を取り扱おうと、「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

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つきにくい。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 と言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。

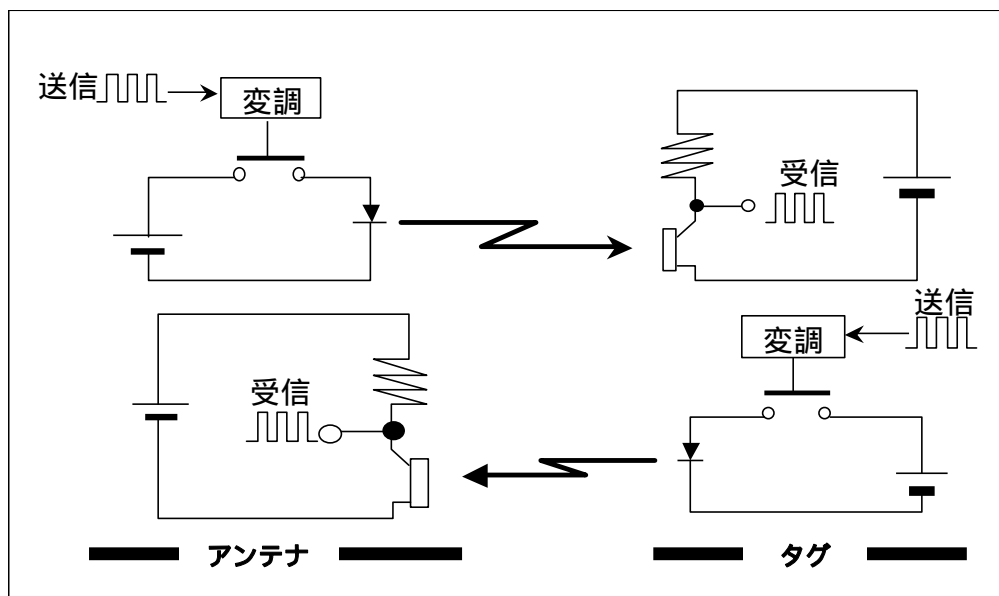


図 6 - 4 光方式の原理図

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、 交信距離、 交信速度、 タグ価格、 タグサイズ、 耐ノイズ性、 耐外乱光、 耐水分、 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。

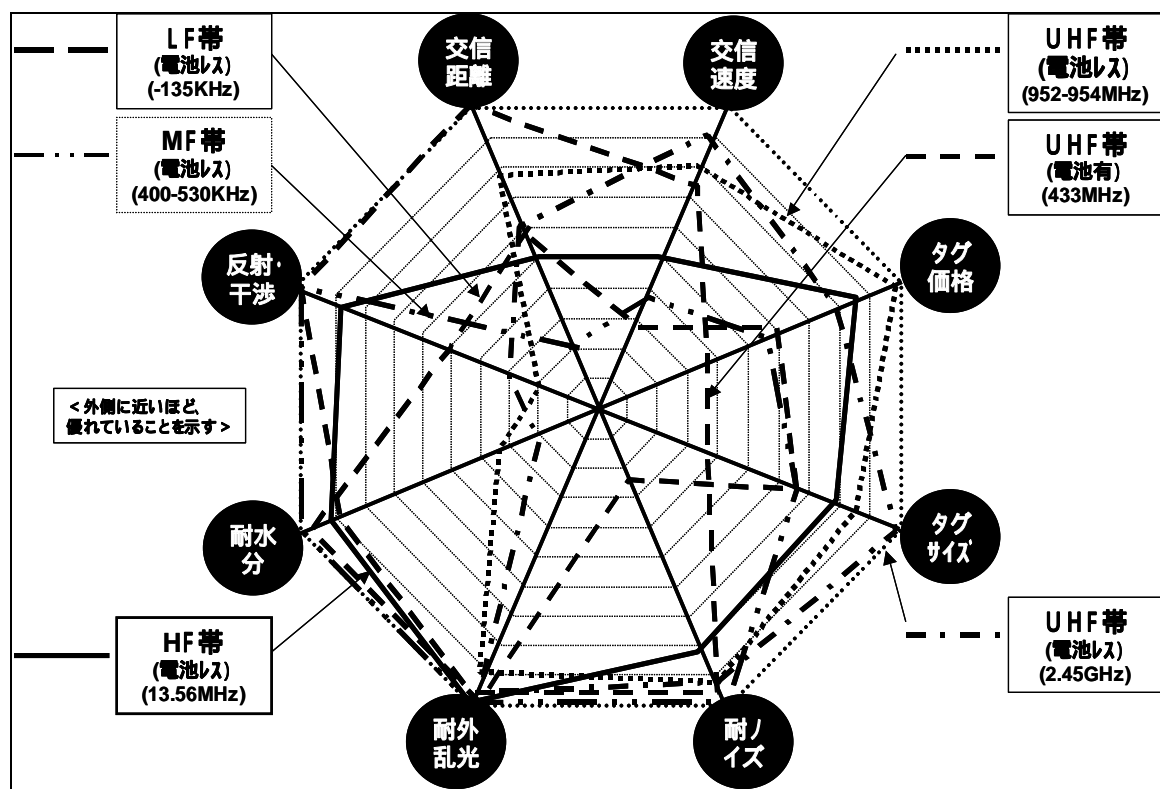


図 7 - 1 周波数別の特徴チャート図

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と悪いところも存在しているのを理解いただけたでしょうか？

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あ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 13 MHz 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 2.45 GHz 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ため、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デジタル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い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。

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

本報告書は、日本自転車振興会からの補助により、財団法人 製造科学技術センターが調査研究を行った「平成16年度製造業における情報技術活用促進補助事業」の調査報告書の「 . 情報統合・情報連携の技術環境に関する調査研究（製造業における電子タグの活用に関する調査研究）」の本旨にその後の調査結果（8～10章）を加筆し、FAオープン推進協議会の報告書としてまとめたものである。

禁無断転載

FAOP生産システムにおける電子タグの活用調査研究会成果報告書

発行 平成17年6月

発行者 FAオープン推進協議会
~~〒105-0002~~
~~東京都港区愛宕一丁目2番2号~~
財団法人 製造科学技術センター内
電話 03-5472-2561

平成17年8月より発行者の所在地が以下に変更となった。

〒105-0001
東京都港区虎ノ門三丁目11番15号
財団法人 製造科学技術センター内
電話 03-5472-2561