

(背表紙)

電子タグに関する調査研究・ 三年間のまとめ報告書

平成20年 3月



次世代電子商取引推進協議会

(表紙裏)

はじめに

次世代電子商取引推進協議会は、発足当初、活動期間を 3 年間で定め、電子タグおよびトレーサビリティタグを中心とした電子タグの応用についての調査研究を実施してきた。本年度は、計画した活動期間の最終年度にあたる。

そのため、本年度のはじめに活動計画策定する時点では、次世代電子商取引推進協議会が次年度以降どのような形になるかは不明であったが、これまでの調査研究についても一つの区切りをつけ、現状と課題の整理を行い、電子タグの応用システムを導入しようとするユーザー企業に対して、現状のありのままを報告するとともに、何らかの参考になるガイド的なものをまとめることを目標として、本事業を計画した。

活動の中心は、次世代電子商取引推進協議会活動 3 年間に実施された、電子タグ関連の実証実験、室導入の事例、技術開発、国際標準の策定、電波法など関連するレギュレーションの変更等の事実に関する情報を収集し、これらを、電子タグに関心を持っている方々に分かり易くまとめる作業とした。

特に次世代電子商取引推進協議会の調査研究の中心が UHF 帯パッシブの電子タグに注力しており、他の周波数帯の電子タグについて報告書等で取り上げる機会が無かったことも考慮して、UHF パッシブ以外の電子タグについても、最近の動向を調査し、報告することとした。

また、次世代電子商取引推進協議会が直接関手がけた調査研究以外にも、電子タグを導入する上で、知っておいたほうが良いような事項について、様々な形で、連携・協力してきた団体の活動の中から、既に発行された報告書やヒアリングなどを通して情報収集し、電子タグを導入しようとするユーザーがより詳細な内容を調べる前段階として、どのような研究がなされたかについて予備知識を提供するような内容とする作業を行った。

加えて、ECOM が手がけた社会受容性に関する調査研究についても、必要以上に電子タグの脅威を誇張すべきでないという配慮からあまり詳しく報告しなかった電子タグにまつわるプライバシー問題の背景やその後の技術革新による状況の変化などを付け加え、事業実施時に言及できなかった事項について取りまとめた。

本来、次世代電子商取引推進協議会最終年度のまとめとする予定が、次世代電子商取引推進協議会の活動が継続される可能性が高まったため、内容に大幅な変更があったことをお詫びする。

最後に、本報告書作成にあたり、様々な有識者および関係機関、会員企業の皆様から貴重な知見および情報を頂いた。ここに厚くお礼を申し上げる。

平成 20 年 3 月

次世代電子商取引推進協議会

目次

第1章 電子タグは何処まで来たか	1
1.1 電子タグの今日までの歩み	1
1.2 LF帯(135KHz以下)の電子タグ	1
1.3 HF帯(13.56MHz)の電子タグ	2
1.4 330MHz帯の電子タグ	6
1.5 433MHz帯の電子タグ	6
1.6 UHF帯(915MHz近傍)の電子タグ	7
1.7 マイクロ波帯(2.45MHz)の電子タグ	9
1.8 電子タグの技術についてのまとめと反省	10
1.9 電子タグの応用分野	12
第2章 電子タグは何時頃ブレイクするか?	14
2.1 なぜ予想どおりにブレイクしなかったのか?	14
2.2 電子タグの技術進歩がまだ続くという見通し	14
2.3 ISO標準化の遅れ	15
2.4 同時読み取りの精度	15
2.5 ライバルとしての他の高容量AIDCメディアの存在	16
2.6 キラー・アプリケーションの不在	16
2.7 プライバシー問題	17
2.8 個品への添付の遅れ	19
2.9 リーダー/ライター等の機器の価格	20
2.10 反射波を制御することの難しさ	20
2.11 電波の人体への影響への懸念	21
2.12 通信距離の制御の難しさ	22
2.13 書き込みが遅い問題	22
第3章 アプリケーション構築上の課題	24
3.1 プライバシー問題を蒸し返す「モバイルRFID」	24
3.2 電子タグのウイルス汚染問題	25
3.3 コストダウンと多様なニーズの兼ね合い	26
3.4 電子タグの寿命と添付対象物の寿命	27
3.5 廃棄物としての電子タグ	27
第4章 電子タグ今後の展望	29
4.1 センサー内蔵タグ	29
4.2 バッテリーアシスト・パッシブタグ	30
4.3 アクティブタグ	30

4.4 チップレス電子タグ.....	32
4.5 「場所」に付ける電子タグ.....	34
第5章 まとめ	35

第 1 章 電子タグは何処まで来たか

1.1 電子タグの今日までの歩み

電子タグの起源を遡ると、第一次世界大戦で敵の飛行機と味方の飛行機を識別するために採用されたトランスポンダーであるという説が有力である。現在でも「RFID トランスポンダー」という呼び方をするエンジニアが海外には多数おり、ISO の規格書の中でもこの用語が使われている。

その後この技術は真空管から半導体へと電子デバイスの技術が進歩するにつれて、低消費電力、小型化等の改良が進み、ディスクリート部品で回路を構成した時代を経て、1 チップの IC とアンテナの組み合わせで構成できるようになった。

これが現在、電子タグを IC タグ(無線 IC タグ)とも呼ぶ始まりとなっている。この電子タグの産業分野での応用は 1980 年代頃から生産ラインでの物品管理(マテリアルハンドリング)や工程管理、作業指示など社内システムを構成するツールの 1 つとして広く使われる様になった。特に消費の多様化に応じて少量多品種生産を 1 つの生産ラインで実現できる多目的ラインを構成するために、電子タグを応用したシステムは現在でも広く使われている。

また、電子タグという呼称も、ECOM では一般消費者になじみ易い用語であるため、一貫して JIS 用語の「RF」タグに対する同義語として使用してきた。しかし、有識者の中には、機械読取り可能なタグという意味から二次元シンボル、バーコード、OCR なども電子タグの一種として説明する者もあり、呼称の統一と市民生活への浸透のためには、名称の統一についても広く合意できることが望ましい。

1.2 LF 帯(135KHz 以下)の電子タグ

生産ラインでのマテリアルハンドリングや工程管理、作業指示などの目的で採用される電子タグは 135KHz 以下と比較的低周波の一般に LF 帯と呼ばれる電波を使用し、短距離での通信を行うものが多い。低い周波数の搬送波では(変調方式にもよるが)一般的にはデータ伝送速度が遅く、1 秒程度の読取り時間で電子タグから取り出せるデータ量も少ない。しかし工場のなどの事業所内で、繰返し使用する場合には、記憶する情報量も少なく済むため、これが大きな欠陥とは受け取られていない。また、LF 帯の電子タグはいわゆる電波ではなく、誘導電磁界を使用するため、周囲の環境の影響を受けにくく、工場や倉庫のような雑然とした環境下で使い勝手がよいという長所がある。これらのことから、現在 LF 帯の電子タグで満足しているユーザーは、今後も LF 帯を使用しつづけるものと考えられている。

また、いわゆる電波(電磁波)を使用しないので、水や生体での吸収による減衰が少ないため、家畜やペットなどの体内埋め込み型(インプラント・アニマル

タグ)にこのタイプの電子タグが商品化されている。国際標準でも読み出し専用の家畜用電子タグの規格として ISO11784、ISO11785 が、読み書き両用の家畜用電子タグの規格として ISO14223part1、part2 が制定されている。

韓国では産業資源部 技術標準院が国際標準に基づいた国内標準 (KS 規格) を制定し、ペットへのインプラントタグの導入を促進しようとしている。ワシントン条約で規制されている希少動物の違法なヤミ取引、疾病管理 (予防接種など) 不法に遺棄されるペットの増加防止など社会問題な問題の対策として、ソウルをはじめ全国約 250 の地方自治体がペットを管理する制度が 2008 年 1 月に開始されることに合わせて、ペット管理の合理化・電子化を進める目的と見られている。

シンガポールでは、希少種の観賞魚 (アジアアロワナ) の違法な取引を防止するため、飼育下で繁殖させた個体に、インプラントタグの埋め込みをする制度が施行されている。中国の南京市では犬の管理にインプラントタグが導入されている。

米国や EU では、BSE などの動物感染症対策に RFID が導入されている。愛玩用のペットはインプラントタグが主流であるのに対して畜産用の家畜は耳票のような体外装着型のタグが多かったが、蹄のそばに埋め込む方式のものなども開発されている。なお、米国では主として富裕層の飼い主が任意の選択の下で、ペットの迷子対策にインプラントタグを埋め込むことが 10 年以上前から行われている。

なお、米国農務省 (USDA) が 2009 年に完成を予定している家畜識別・追跡システムへの参加を義務化する方針は、農民の激しい抵抗で取り下げられ、本報告書作成時点での情報では、参加は任意となる見込みである。また 2006 年時点の情報では、ウィスコンシン州で、ペットへのインプラント型電子タグの強制を禁じる法案が検討されている。これらには、宗教的、倫理的な反発や、ペット・家畜の所有者のプライバシー問題が影響しているとされている。

LF 帯の電子タグはほぼ成熟した技術であり、今後劇的な技術革新は望めないかも知れないが、上記のように反対する意見はあるものの、食の安全や野生動物保護、ペットの健康管理などがキラー・アプリケーションとなって、市場が拡大する可能性もある。

1.3 HF 帯 (13.56MHz) の電子タグ

電磁誘導を使用した非接触 IC カード技術が進歩すると、この技術を応用した電子タグが登場した。これらは 13.56MHz 帯の、一般に HF 帯電子タグと呼ばれる電子タグである。非接触 IC カードの定期券が普及して一般市民にもなじみがあるため、「非接触 IC カードも電子タグです。」と誤解を招きかねない説明をする専門家もいるほど、非接触 IC カードと電子タグの境界線は曖昧になりがちである。(ちなみに「非接触 IC カードも RFID の一種です。」ならば正しい説明である。) その

理由はRFIDという概念が図1-1のように非接触ICカードと電子タグの両方を包含するという事実と、電子タグが注目を集めた時点で、様々な呼び方や説明がされたことで、一般の市民の間に生じた誤解を解くための説明が不十分であったことにある。

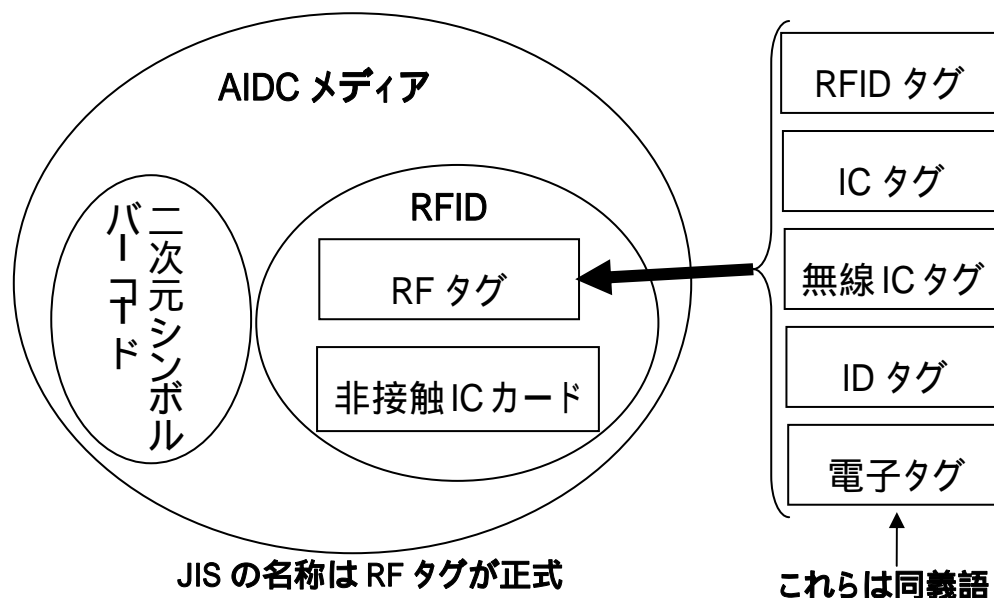


図1-1 非接触ICカードと電子タグ

内部の構造もICチップとコイル形状のアンテナで構成されている点は共通であり見分けは難しい。さらに非接触ICカードも携帯電話などの機器に内蔵される場合もあれば、カードの形状をした電子タグもの商品化されており、外見だけで両者を分類するのは不可能である。ECOMでは、電子タグの産業応用を主として研究してきたが、その中で、HF帯を使用する両者については、以下のような区別が妥当ではないかという結論を得ている。

技術規格による分類による分類

非接触ICカードはISO/IEC JTC1/SC17が制定した以下の3規格に準拠した物、またはソニーのFelica規格に準拠した物とする。

ISO/IEC 10536 (密着型) 通信距離は2ミリまで

ISO/IEC 14443 (近接型) 通信距離は10センチまで

ISO/IEC 15693 (近傍型) 通信距離は70センチまで

ちなみに、ソニーのFelica規格はISO 14443 TYPE CとしてISO提案を行ったが採用されなかった。しかし、Felicaと上位互換性のある方式がISO

18092(Near Field Communication: NFC)として規格化されている。

電子タグは、ISO/IEC JTC1/SC31 が制定した ISO/IEC 18000 part 1～7 規格に準拠したものとする。なお、ISO/IEC 18000 の正式名称は” Information technology -- Radio frequency identification for item management --”となっており、目的を物品または商品管理に限定している。

目的用途などによる分類。

非接触 IC カードは、以下のように定義する。

- 人の識別・認証の目的に使用する。
- 定期券、電子マネー、クレジットカードなど、お金と同等な機能を持つ。
- 上記の用途に耐えるため、必要かつ十分なセキュリティ機能を具備する。

電子タグは以下のようなものと定義する。

- 商品や家畜などの識別に使用する。(for item management)
- 商品等に貼付・添付または内蔵され「値札」や「荷札」として機能する。
- 製造・流通・保守・リサイクル等を目的とした情報は記憶するが、お金と同等な機能は持たない。
- 用途・目的または記憶する情報の機密性に応じた最小限度のセキュリティ機能を具備する。

この概念を図 1 - 2 に示す。

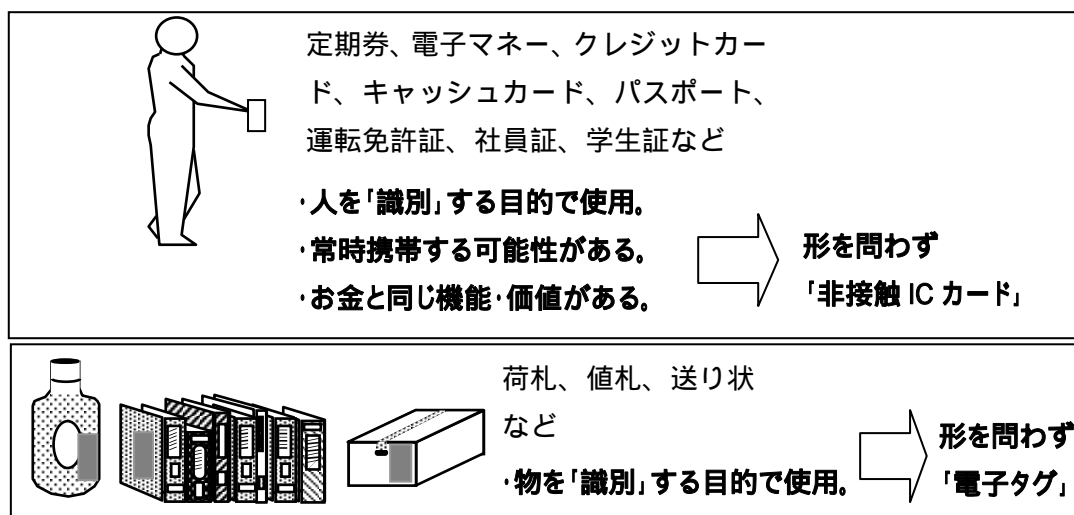


図 1 - 2 電子タグと非接触 IC カードの違い

上記の分類は必ずしも万人の同意を得たものではないが、このような区別を明らかにしておかないと、非接触 IC カードで実現しなければならないアプリケーションにも電子タグが使える、あるいは電子タグで十分なアプリケーションに非接

触 IC カードを採用してしまうなどの誤解が生じ、双方の普及拡大の障害になる恐れがあるため、今後電子タグの利用を検討する皆様には、特に に挙げた分類について十分に理解した上で、メディアの選択について検討することを推奨する。

特に、子供、高齢者、介護や支援を要する方々の「見守り」の目的で電子タグが使えるというアイデアが喧伝され、実証実験も行われているが、人は人としての尊厳と基本的人権を有した存在であり、商品や家畜とは明らかに違うものであることを認識すれば、形状はいかなるものであれ、人の見守りを目的として採用されるべきメディアは非接触 IC カードであって、電子タグではありえない。別項で述べるプライバシー問題との関連からも、「電子タグで従業員を識別」「電子タグで弱者を見守り」といった表現は、使用されないことを強く推奨する。

また、HF 帯電子タグは前述したように電磁波（いわゆる電波）ではなく、リーダー/ライターのアンテナコイルの中の電流が振動する際に、振動する磁界が発生し、これが電子タグのコイル状のアンテナに誘導電流を生じることを動作原理としているため、通信距離を長くすることには不向きであるが、水や金属の影響を受け難い。非接触 IC カードの定期券を小銭と一緒に財布に入れておいても読み取りに支障がないことは多くの方が経験されていると思われる。実際に駅の自動改札機で非接触 IC カードの定期券とリーダーの間に手のひらを挟んだ状態で読ませても、十分に読み取りは可能である。

コイルに生じる誘導電流はコイルの中を通過する磁力線の本数（磁束密度）とコイルの巻き数で決まるので、コイルの巻き数を増やせば、アンテナコイルの径は小さく出来る。これを活かして、HF 帯を用いた小型のインプラント・アニマルタグも製品化されている。

2005 年当時、南ヨーロッパでは UHF 帯は軍事利用に割当てられており、電子タグでは使用不可の状態であった。そのため EU として UHF だけの使用を推奨することは出来なかった。また、欧州の主要なメーカーは HF 帯の電子タグ製品開発に投資済みであり、これを回収したいと望んでいた。これらの事情から、ISO/IEC 18000 part 6 type C 準拠の電子タグと同様のメモリー構造を持った ISO/IEC 18000 part 3 mode 3 準拠の電子タグの規格化も開始された。

しかし、1 . 5 項で述べるように、欧州勢も UHF 帯タグへの移行の機運が高まっており、せつかくスタートを切った ISO/IEC 18000 part 3 mode 3 は「本当にユーザーニーズがあるのか？」と市場性に懐疑的な見方も生まれ、さらには、mode1 を元に機能拡張するのか mode2 を元に機能拡張するのかの技術的な綱引きもあり、ISO/IEC JTC1 の場での検討は進んでいない状況である。幸いにして、ISO/IEC JTC1/SC31/WG4 とリエゾン関係にある EPCglobal が ISO/IEC 18000 part 3 mode 3 の原案となる技術開発を進めているので、重複開発を避けるという大義名分の下で、EPCglobal からの提案を待っているというのが現状である。

1.4 330MHz 帯の電子タグ

UHF 帯とは 300MHz～3GHz の電波の別称であるので、本稿で述べる 330MHz 帯電子タグ、次項以下の 433MHz 帯、915MHz 近傍、2.45GHz の電子タグも全て、UHF 帯であることに違いはないが、便宜上、915MHz 近傍を UHF 帯電子タグと呼び、2.45GHz の電子タグをマイクロ波帯の電子タグと呼称し、その他は 330MHz 帯と 433MHz 帯の電子タグは周波数帯で呼称する。

330MHz 帯の電子タグは ISO に準拠した電子タグではない。次項に述べるように、433MHz 帯が日本では使用できなかった（現在でも船舶コンテナに限定）ため、その代替として、日本が独自に電池内蔵の電子タグ用の周波数帯域として使用している。電子タグの選定に当たっては国際標準化された使用ではない電子タグであることについて十分理解したうえで、検討することを推奨する。

また、電池内蔵で長距離通信が可能なことから、小学生のランドセルに付けるタグのような応用も検討されているが、ランドセルという商品の識別ではなく、ランドセルを背負った小学生（すなわち人間）の識別を目的とする点からは、このようのような応用に使われる場合には、これを単なる電子タグと見なすのではなく、「長距離型の非接触 IC カード」（現時点ではこのような定義は国際規格にはないが）と位置づけ、セキュリティ機能に十分配慮したシステムの設計・構築がなされることが重要である。間違っても、裕福な家庭の子弟を「識別」し、その行動を「監視」し、行動を「追跡する」といったアプリケーションが手軽に構築可能になってはならない。さもなければ、誘拐犯など悪意を持った第三者に利用される恐れがある。したがってことがないよう必要かつ十分な防衛策をとることを強く求めるものである。また、このようなシステムの実用化においては、保護責任者または本人の明示的な同意の下に運用されるべきであることも明記しておく。

1.5 433MHz 帯の電子タグ

433MHz 帯の電子タグの特長は電池を内蔵していることである。現在商品化され、広く使用されている電池内蔵の電子タグの多くは、433MHz 帯を使用している。電池内蔵のタグの特長については、4章で詳述するが、電池を内蔵した電子タグは、読取り距離が 100 メートルにも達し、データ量にもよるが、時速数 10 キロメートルで移動させながらも読取ができるなど、パッシブタグとは別物のような電子タグである。しかし、電池を内蔵するために、タグ自体の大きさが大きく（米軍がロジスティクスのために使用している電子タグを例にすると、タバコの箱を一回り小さくした程度の大きさ）、定期的に電池を交換する必要もある。

日本では、433MHz 帯はアマチュア無線に開放された帯域であったため、2006 年までは電子タグでは使用できなかった。しかし、国際物流の分野で、海運貨物

コンテナへの添付が求められるようになったため、海上輸送用コンテナに添付対象を限定する形で我が国でも使用できるようになったが、リーダー/ライターの出力等にも制限が設けられている状況である。

1.6 UHF 帯 (915MHz 近傍) の電子タグ

今日、電子タグはバーコードなどと並ぶ AIDC (Automatic Identification and Data Capture : 自動認識及びデータ取得技術) に 1 つとして捉えられている。電子タグがバーコードに代わる自動認識媒体として注目を集めたのは、日本では経済産業省の「商品トレーサビリティの向上に関する研究会」が設置された 2004 年から、米国では MIT の AutoID センターから Class0、Class1 の仕様が公表された時期からと言う事が出来る。

このときにクローズアップされたのが、UHF 帯パッシブ型電子タグであった。ゴマ粒よりも小さな IC チップと薄い金属箔のアンテナで構成されたシンプルな電子タグで、読取り距離が数 10 センチから数メートルと長く、バーコードでは品目単位の識別しか出来なかったものが、一挙に個品単位の識別まで可能になるなどの特長があり、AutoID センターの成果を GS1 が EPCglobal として事業化し、いち早くウォルマートや米国国防総省が採用を表明するなど、まさにブームの様相を呈した。

その当時、我が国では UHF 帯は携帯電話が占有しており、我が国では使用することが出来なかったが、関係省庁のご努力により、2005 年 4 月以降、日本でも 950 ~ 956MHz が電子タグに割当てられ、使用することが可能になった。

2004 年当時、SCM の合理化を目的とした用途では、読取り距離の長さ、同時読取りの個数、電波の「回り込み」特性などから、HF 帯や 2.45GHz 帯の電子タグに比べて、圧倒的に UHF が有利であると考えられていた。加えて、米国のベンチャー企業が EPC の Class0、Class1 の電子タグを安価に量産する技術で市場に打って出たこともあり、一気に UHF が主役の座を不動のものとするかに思えた。

一方で、前述したように南欧州諸国ではまだ UHF 帯が開放されていない事情もあり、国際的な SCM の目的で使用する電子タグには UHF 帯だけでなく HF の使用も可とするようにとの意見が根強かった。

2007 年は欧州勢が UHF 帯電子タグを再評価したターニングポイントの年といえる。第一に、それまで軍事利用の帯域とされていたため電子タグで使用できなかった UHF 帯が南ヨーロッパでも解禁になり始めたことが挙げられる。第二に、量産効果による価格メリットは、一説によると、記憶容量と機能が同程度の電子タグであっても UHF 帯電子タグを HF 帯電子タグの 1/5 または 1/10 まで引き下げてしまった。そのため HF 帯電子タグを使用していたシステムを UHF 帯電子タグに置き換えても、置き換えにかかったコストが短い場合で数ヶ月長い場合でも

数年で回収できると試算するユーザーが現れた。

このような状況の変化を背景に、2年前には UHF 帯電子タグと HF 帯電子タグの併用に固執していた欧州勢が、どんどん UHF 帯電子タグ採用に向かっているのが現在の状況である。しかも UHF 帯の使用可能周波数が 850MHz から 915～921MHz に変更する提案が ETSI (European Telecommunications Standards Institute) に出され、検討が進もうとしている。これは、米国の 902-928MHz 帯に合わせることで、パフォーマンス面で損をしないための戦略と推察される。

EU の動向に関連して、「世界の工場」である中国も、放送で使用している帯域との関係で、何らかの制限はあるが 917～925MHz 帯を RFID のために開放する動きに出ており、最大顧客である米国への輸出に際して、電子タグが原因で何らかの支障が出ることをないように手を打ったと見ることが出来る。一方 840～845MHz (ISO 18000-6 の範囲外) を中国の国内使用に限定した帯域として確保しており、国内規格と国際規格を使い分ける戦略をとっている。

日本では経済産業省をはじめとする各省庁の実証実験プロジェクトなどで、UHF 帯電子タグが実用可能か、実験が行われた。この結果を総合的に見ると、日本の UHF 帯と米国の UHF 帯は離れているが、読取り距離などの性能面で大きなハンデキャップにはなっていないと判断できる。したがって、諸外国の UHF 帯域が米国の周波数帯と重なる帯域になっていることについて、現時点で緊急な対応が求められることはないと考えられる。

ただし、UHF 帯電子タグが広く使われるようになり、その使われ方によっては、リーダー/ライターの出力や感度を調整することで読取り距離を微妙に変化させたり、同時読取りの個数について厳しい要求を実現しなければならないような状況が発生したりする場合は考えられる。そのような使い方での実導入にあたっては、海外の周波数帯びつたりアンテナをチューニングした電子タグが、日本の国内のリーダー/ライターで読まれる場合、逆に、日本の周波数帯びつたりアンテナをチューニングした電子タグが海外で読まれる場合の両方を想定した評価をあらかじめ行うことが望ましい。その結果、我が国の国益が損なわれる恐れがある場合には、電子タグのユーザーである産業界は、勇気を持って我が国の UHF 帯域の割当の移動について検討を求める必要が出てくる可能性も否定できない。

UHF 帯の電子タグのリーダー/ライターを何台も並べて使用する場合は、電波干渉が問題となる。かつては、あるリーダー/ライターが電波を発信しようとする場合には、発信しようとする電波を他のリーダー/ライターが使用していないかをスキャンし、その周波数が使われていない場合にのみ電波を発信し、一度電波を出した後は他のリーダー/ライターに電波を明け渡すために、一定時間電波を出さないようにするといういわゆるリッスン・ビフォア・トーク (LBT) 方式が定められていた。しかし、この方式では待ち時間が発生し、電波の利用効率が低

下して、最悪の場合には、あるリーダー/ライターが延々と待ち続けなければならないなどの問題があることが指摘されていた。この問題に対して、総務省の小電力無線システム委員会は、2006年報告書を発表し、952.4MHz および 953.6MHz の2チャンネルについてはLBTの制限無しに電波を送信できるよう提案を行った。この提案に対してはECOMも含めて多くの関係団体がパブリックコメントで賛成の意見を提出した。この方式が一般に採用されるようになれば、UHF帯電子タグはいっそう使い勝手の良いものになると期待される。

また、総務省の小電力無線システム委員会の2006年報告書ではUHF帯アクティブタグを許可する方針が盛り込まれており、使い勝手がよく、長距離読取り可能な電子タグの開発も可能になろうとしている。ただし、狭い帯域を細かなチャンネルに分けて使用する中で、電波干渉については十分な評価と対策が必要になるものと考えられる。

1.7 マイクロ波帯(2.45MHz)の電子タグ

マイクロ波には厳密な定義があるわけではなく、慣用的に、周波数が300MHz～3THz(波長が0.1mm～1m)の電波をマイクロ波と呼んでおり、UHF帯、SHF(Super High Frequency)帯 EHF(Extremely High Frequency)およびサブミリ波までの電波の総称である。前出した330MHz帯電子タグ、433MHz帯電子タグ、UHF帯電子タグもマイクロ波を用いた電子タグと言っても間違いではないが、便宜上、これらを区別するために、2.45GHzを使用する電子タグをマイクロ波帯電子タグと呼んでいる。

電子タグが「ゴマ粒ICチップ」を搭載した電子タグとして我が国で注目を集めた最初のケースは株式会社日立製作所のミューチップである。ミューチップが採用した周波数帯が2.45MHzのいわゆるマイクロ波帯である。この周波数帯は、電子レンジでも使用されている周波数帯であり、我が国の電波法でもはじめから使用が可能で、しかも、アンテナがUHF帯の電子タグよりも小さいという利点があった。さらに、電磁波は同じ振幅ならば、周波数が高いほど(すなわち波長が短いほど)大きなエネルギーを持つため、アンテナ内蔵型の非常に小型の製品も開発されている。

マイクロ波帯はUHF帯のわずか2.7倍程度の周波数であるが、UHF帯に比べて、光に近い性質を強く持つため、物陰への回り込みが少なくやや使い勝手に劣る(すなわち電子タグと、リーダー/ライターのアンテナを正対させないと読み取りにくい)と言われている。そのため、2.45MHz帯の電子タグは、サプライチェーンマネジメントを目的として、再利用可能な輸送容器(パレット、オリコンなど)や出荷梱包、製品梱包、製品本体に取り付ける電子タグの規格群の中では採用されていない。

しかし、他の周波数帯の電子タグに比べて小型であることのメリットが活きる分野では、社内での物品管理のツールとして使用される可能性もある。一方で、無線 LAN と近い周波数を使用することから、電波干渉に関して心配する意見もある。

1.8 電子タグの技術についてのまとめと反省

電子タグのハードウェアはどの周波数帯でも技術的には完成しているといっってよい。今後の技術革新の可能性は大いに期待されるが、現状の製品でも実用化は可能なレベルである。

次世代電子商取引推進協議会では、UHF 帯パッシブタグの将来性に賭けて、他の周波数帯についての研究が不足していたことは紛れもない事実であり、もう少し広範囲の製品について調査検討するべきであったことが反省点として挙げられる。特に LF 帯電子タグについては家畜・ペット用のインプラントタグなどの事例があったが、深く調査することが無かった。UHF 帯電子タグの応用を検討する上で、先行していた他の帯域の電子タグの事例をもっと詳細に勉強するべきであった。

また、あえて言うならば、バーコードや二次元シンボルについても情報をもっと集め、どのようなアプリケーションにどのようなメディアが適するのか、あるいはメディアを複合化して使用することへの関心に対する注意を払わなかったことも 3 年間の事業を振り返っての大きな反省点である。

図 1 - 3 に示すとおり、電子タグだけでなく、多様な製品、多様なユーザアプリケーションに対応するためには、適材適所でニーズに応じた AIDC メディアを選択するとともに、AIDC メディアとアプリケーションインターフェースがメディアによらずに統一された形を目指す必要があったと考えられる。

添付対象物の特性およびアプリケーションのニーズに合ったメディアの選択

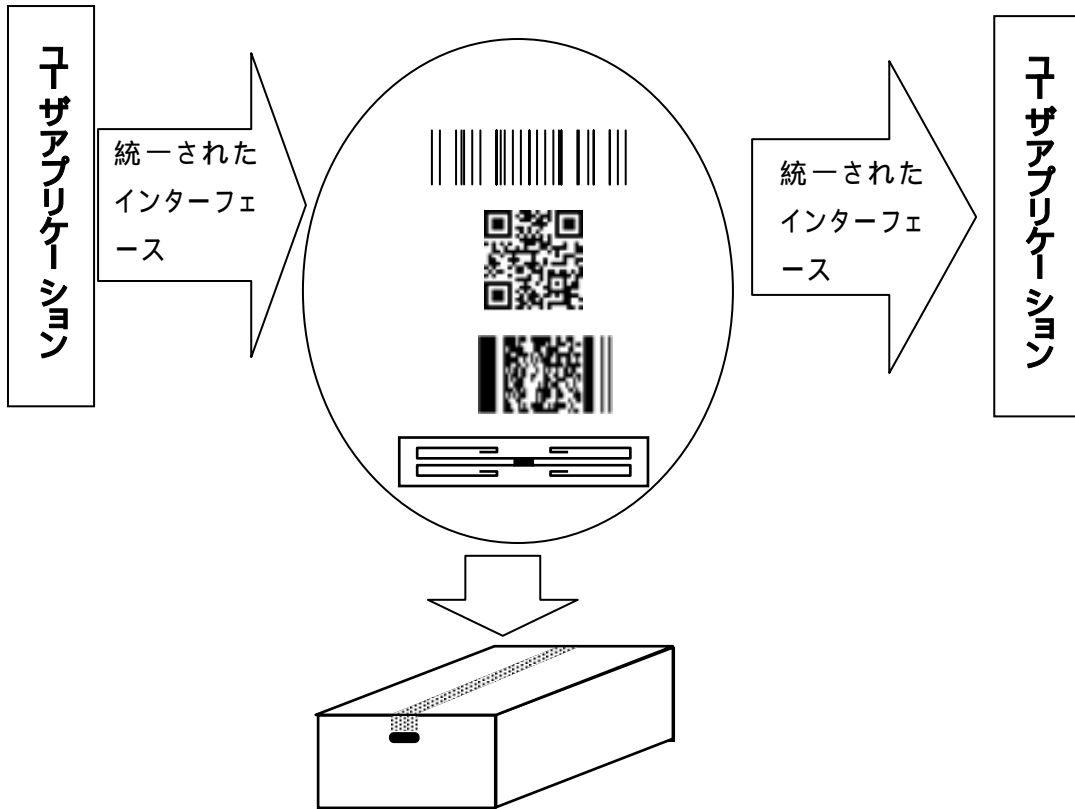


図1 - 3 多様な AIDC メディアと統一されたインターフェースの必要性

1.9 電子タグの応用分野

電子タグの応用を検討するユーザーは積極的に実証実験に参加しており、これらから現在、そのような応用分野が存在するのを知ることが出来る。

表1-1に実証実験の一覧を示す。

表1-1 電子タグ実証実験の一覧

		実施時期	対象業界・テーマ
経済産業省	情報経済課	2003年	家電業界
			アパレル業界
			出版業界
			食品流通業界
		2004年	建設機械・産業車両・農業機械業界
			書籍関連業界
			家電製品業界・電子電器機器業界
			医薬品業界
			百貨店業界・アパレル業界
			物流業界
2005年	レコード業界・DVD、CD業界		
	電子・電機業界におけるトータルトレーサビリティ実証実験		
	医薬品業界における電子タグ実証実験		
	補給業務での電子タグ活用検討のための実証実験		
	電子タグを用いた自律型サービスロボットによる実証実験		
	メディアコンテンツ業界における電子タグ実証実験		
	未来型店舗サービス実現に向けた電子タグ実証実験		
ASEAN地域における電子タグ実証実験			
日中韓における電子タグ実証実験			
貿易経済協力局技術協力課、JETRO	2005年	ASEANにおける貨物の自動認識技術の物流効率化・貿易円滑化への応用に関する実証事業	
産業資金課 モデル事業	2005年	ABL研究会のモデル事業（在庫等の動産を担保とした融資）	
アジア大洋州課、経済連携課	2004年 2005年	ASEAN10ヶ国RFID通用可能性調査	
総務省および地方通信局		2004年	港湾コンテナ管理実証実験
			地域生活コミュニティシステム
			アパレル分野における商品流通把握
			電子タグを用いた自転車管理
			鮮魚流通における履歴管理
			畜産物のトレーサビリティ
			医薬品のトレーサビリティ
			視覚障害者のための公共トイレ音声案内システム
			小学校児童の安全確保
			教育施設等の高度利用
顧客管理・情報提供システム			
2005年	港湾コンテナ管理実証実験		
	畜産物流通履歴実証実験		
	医薬品等トレーサビリティ実証実験		
	被災情報管理実証実験		
	愛・See・こども110番実証実験		
児童見守り実証実験			
ワンダーキャッチャー実証実験			
農林水産省		2005年	（冷凍加工食品） 加工食品規格書の標準化をベースとしたポイント制による情報循環ユビキタストレーサビリティシステムの表現（農産物） 農場から食卓にいたる農産物の食品危害を最小にする適性規範とユビキタスデータ管理システムの開発実証（水産物） EUのTrace Fishを活用した統合型水産物安全・安心トレーサビリティシステムの開発実証（給食） 集団給食のメニューを対象として食材のユビキタス食の安全・安心システム構築・検証を行う
			国土交通省
科学技術連携		2005年 ～ 2007年	医療分野における電子タグ活用のための実証実験

表 1 - 1 から分かるように電子タグの応用分野には、バーコードや二次元シンボルでも実現可能なものから、長距離、移動中読取り、追記・書き換え、同時読取など電子タグ固有の特性を必要とするものまで雑多なテーマで実験が行われたことがわかる。また、実験が行われた当時には、トレーサビリティを主たるテーマとするよりも、入荷検品や在庫管理を個品単位で行うような現場作業の合理化・効率化を目的としたものが多いことも特長である。

ECOM では電子タグ・トレーサビリティグループと称して、製品の安全性を担保するためのライフサイクルマネジメント (LCM) あるいは製品の環境負荷を評価するためのライフサイクルアセスメント (LCA) の用途および、社会安全 (危険物輸送など) に貢献するカーゴトラッキングなどの応用にもっとユーザーの関心が集まることを想定していたが、率直に言うならば、この予測はかなり大きく外れたといわざるを得ない。

ガス器具、家電製品、回転ドア、エレベータの事故や、食品の偽装、農薬の混入など、今日社会問題になっている事件が 3 年前に起こっていたら、電子タグのアプリケーションへのニーズも違ったものになったのではないだろうか。そうならば、ECOM の当初の目論見に合った実験や評価が盛んに行われたのではないかと考えられる。

ニーズ調査を行いながらも、図 1 - 3 のようなライフサイクルの絵を先に描いてしまい、自縄自縛の状態から抜け出せなかった点も、反省点としてあげることが出来る。

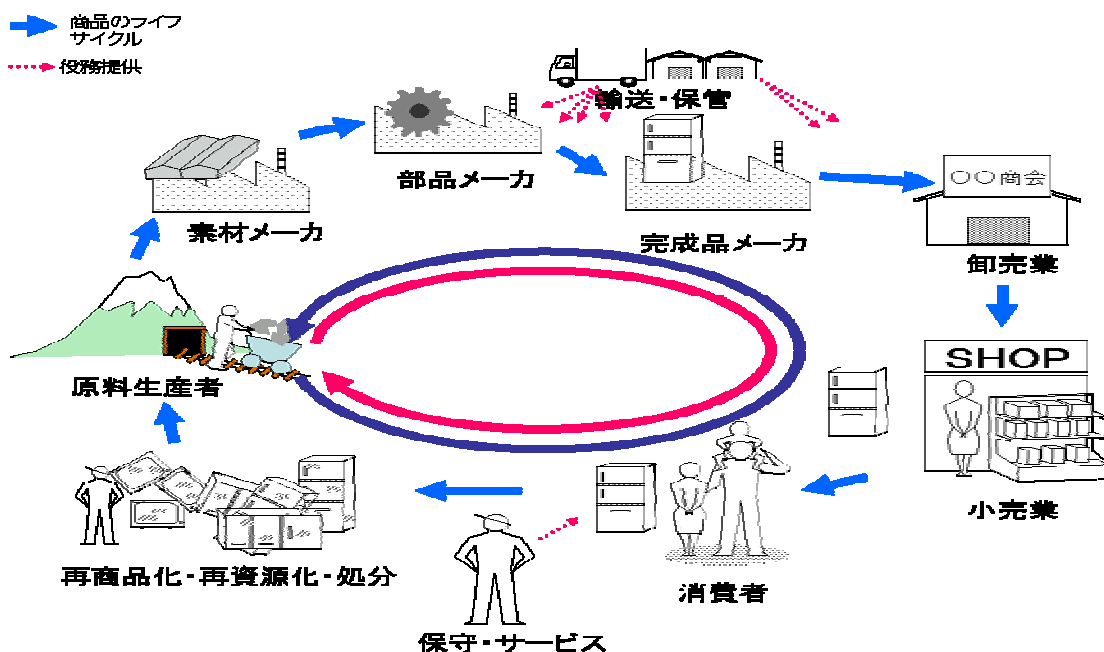


図 1 - 3 ECOM が当初から描いていたトレーサビリティのイメージ

第2章 電子タグは何時頃ブレイクするか？

2.1 なぜ予想どおりにブレイクしなかったのか？

2004年ごろの予想では、電子タグの利用は急速に拡大し、2007年から2008年にかけてブレイクし、2010年には9兆円から17兆円（もっとも楽観的な見通しでは30数億円）の市場に成長するという予想が発表されたこともあった。しかし、(社)日本自動認識システム協会の調査によれば、電子タグの出荷枚数は2003年の2,753万枚から、2006年には3,832万枚へと約1.4倍に増加したものの、出荷金額は、枚数当たりの単価低減にともない、51億円から51.3億円へとほぼ横ばいで推移しており、急速な拡大の兆候は見られない。

その一方で、「電子タグは使い物にならない」、「バーコードだけで十分だ」等の否定的な意見はECOMには寄せられてこない。有識者の中には、急拡大の予想の方が（その当時には話題づくりのために必要であったにしろ）元々、少々大げさにすぎ、電子タグが社会に定着して、今のJANコードのように当たり前の存在になるまでには10年近い時間が必要なのではないか、という見解を示す方もいる。

事実、ECOMに寄せられるご質問には、「UHFパッシブの決定版の規格は何時頃公表されるのですか？」、「リーダー/ライターはいつ頃安くなるのですか？」、「他の企業はいつ頃導入に踏み切るのですか？」など「いつ頃？」という時期に関するものが多い。電子タグを使いたいというニーズがなくなったのではなく、電子タグを導入するタイミングを見計らっているユーザーが多いことの表れと考えられる。

電子タグが何時頃、数億個の単位で大量に使用されるようになるかについてはECOMの調査の結果から予想することは困難である。大量に製品を製造・販売している、どこかの業界が思い切って導入に踏み切れば、それを契機に他の業界にも波及する可能性があるが、導入をためらわせる要因がまだ残っているのが実情である。本章ではそれらの要因について考察する。

2.2 電子タグの技術進歩がまだ続くという見通し

当初のClass1.0と現在のC1G2ではテクノロジーの内容に大きな進歩がある。EPCglobalでは、単にEPCコードのみを記憶する電子タグから、ユーザーが自由に使用できるメモリーバンクを持つ電子タグに仕様を改良し、ユーザーメモリーの利用方法について検討が進められている。そのためユーザーである産業界には、「もう少し待っていればもっと良いものが出てくるのではないか。」という期待感がある。この期待感は裏を返せば「様子見感」であり、電子タグにはまだ発展途上の技術と言う印象を持っているユーザーも多い。電子タグの導入に前向きで、技術的な事項まで深く勉強したユーザーほど、電子タグの技術、特にUHF帯パッ

シブの電子タグには、まだ技術的な「伸びしろ」があるのではないかという見方を強く持っており、実証実験で有効性を確認した後は、じっくりと構えて、技術が「枯れる」のを待ったほうが得なのではないか、UHF 帯パッシブの電子タグは未だ「買い時」ではないのではないかと判断しているものと考えられる。

残念ながら、このような見方は、1.5 で述べた LBT 方式ではない電波の利用法が昨年末に公表された事実や、後述する ISO 規格化の遅れでも述べるように決して間違っただけのものではない。電子タグの技術進歩はまだまだ続き、どこかで実用化を決断するラインを超えれば、実用化はスムーズに進むものと思われるが、現状はまだ、踏み切り線が見えないまま助走をしている状況にあると言う事が出来よう。

2.3 ISO 標準化の遅れ

EPCglobal の規格体系の中で電子タグを使用する場合には、必要な規格は全て出揃った状態にある。もちろんこれらの規格は今後改良が加えられ、技術的に発展する可能性は十分にあるが、現状の規格でも、これに準拠すれば相互運用性を確保したシステムを構築することが出来る。一方、ISO の規格体系では、ハードウェアの規格はほぼ出揃っているが、ユニーク識別子の規格 ISO/IEC15459 などを実際にメモリーに書き込むための規格 ISO/IEC15961、ISO/IEC15962 は C1G2 タグの仕様にあわせるために改訂作業中であり、今すぐに使える状態にない。

また、リーダー/ライターを実装するためのミドルウェア規格である ISO/IEC14791 も 2008 年 2 月時点で開発の途中であり完成までには 1 年から 2 年以上は要するものと見込まれている。それまでは堂々と ISO 準拠を謳った製品が市場に投入できない状況になり、ISO 体系に準拠したシステムを望むユーザーにとっては待ちの状態を続けざるを得ない状況である。

2.4 同時読み取りの精度

電子タグの技術が進展している一方で、当初期待されていた同時読取という魅力的な特長が、実際には 100%読取ができない場合の対応が別途必要であることがわかるなど、期待が大きかった分その反動で、裏切られた印象を持ってしまったユーザーがいることも事実である。例えばスーパーマーケットのレジ精算を 1 回の読み取りで完了させるアプリケーションや、出荷梱包の内容を一括読み取りして ASN(事前出荷案内)情報を瞬時に自動生成するアプリケーションなどは、100%の精度が保証されなければ、1 個 1 個読み取ることになり、バーコードと効率の面で変わりがない、と主張するユーザーも多い。

もちろん一括読み取りの精度を向上させるために梱包する際に、電子タグ同士が接近しないように、スペースを確保する仕切りを入れる方法や、輸送単位を回

転させたり、揺動させたりしながら読み取りを行うなどの工夫も様々に研究されている。しかし、SCM を目的とした電子タグユーザーの要求仕様は、ISO/IEC17367 を例に取ると 99.998%以下と非常に厳しいものになっている。

2.5 ライバルとしての他の高容量 AIDC メディアの存在

我が国でも QR コードと CCD カメラ内蔵の携帯電話で、販売促進や情報提供のアプリケーションが普及しているが、GS1 Data Bar (RSS: 省スペースバーコードから改称) や二次元シンボルで効果的なアプリケーションを構築した事例は他にもたくさんある。米国の医薬品業界では GS1 Data Bar の採用を決定しており、何が何でも電子タグではなく、適材適所に高容量 AIDC メディアを選択して使用する動きが広がりつつある状況と言える。

ECOM は、電子タグの産業応用を促進し、我が国産業界の生産性向上、競争力強化を目的として活動してきたつもりであったが、手段の 1 つに過ぎない電子タグに過剰に注力してしまい、結果として「手段の目的化」の愚を演じてしまった悔いが残ることは否定できない。

GS1 は EPCglobal においては電子タグの開発・普及の活動を展開しながらも、次世代バーコード (EAN コード) として RSS の可能性にも注目し、その名称を GS1 Data Bar に変更してユーザーの掘り起こしを行っている。この姿勢は特定の技術的なシーズに固執せず、ニーズオリエンテッドに広い視野で自動認識技術の活用を図るもので、非常に現実的かつ堅実な戦略と評価することが出来る。

2.6 キラー・アプリケーションの不在

書籍における万引き防止や耐久消費財のトレーサビリティなど電子タグが登場したときから、その応用が期待される分野はあったが、次世代電子商取引推進協議会が活動した 3 年間に、「他の AIDC メディアを持って代え難い」というような、新しいキラー・アプリケーションの登場が無かったことも事実として認めなければならない。2.4 に述べたように同時読み取りという優れた特性も 100%の精度を保証できないことで、キラー・アプリケーションを生み出すことが出来なかった。

現時点で、電子タグが他の AIDC メディアに対して決定的に優位な特性は、

- ・ 読取り距離の長さ (UHF 帯)
- ・ 高速で移動させながらの読取り (ベルトコンベアやフォークリフト)
- ・ スマートシェルフのような物品の常時監視
- ・ 物品の表面以外の添付 (製品への内蔵など)
- ・ 情報の追記、書き換えが出来る点

などが挙げられる。特に情報の追記、書き換えは書籍の万引き防止や家電製品に

代表される耐久消費財のトレーサビリティでは重要な特性であるが、これは電子タグが話題になった当初から知られていたものであり、新規のユーザーを強くひきつけるキラ－・アプリケーションと呼ぶにはふさわしくない。

また、ITベンダーやコンサルティングの事業をしている方々の見方としては、「電子タグが勝手に何かをしてくれるのではなく、何に使うかの目的をはっきりさせて、そのための投資対効果を明らかにしなければ導入は進まないのだが、目的が未だ明確でないユーザー企業が多くどこで電子タグを活かすことが出来るかのアイデアがお客様から出てこない。」、「電子タグの応用システムを売り込むためにベンダー側から提案するためには、現状の業務分析から初めて業務改善すべき点を探し出し、その中でさらに電子タグが有効な部分を示してあげなければならず、手間がかかりすぎる。つまり電子タグは売りにくい商品である。」といった見方がされている。

さらに、ユーザー企業からは、社内の業務改善への応用ならばイメージが湧くが、「企業間連携」といわれた途端に、取引先企業との調整や業務変更の同期の問題など、超えなければならないハードルが高くなりすぎて、検討が行詰ってしまうという意見もあった。それを裏付けるように、電子タグのベンダーの多くがユーザーから受ける引き合いのほとんどが、在庫管理や生産管理などの社内システム（クローズドシステムに関する案件であるという情報もある）。

2.7 プライバシー問題

2005年にKatherine Albrecht氏がLiz McIntyre氏と共著で'Spychips'を上梓した（邦訳は刊行されていない）。副題には、'How Government And Major Corporations Are Tracking Your Every Move'とあり、大企業や公権力が消費者・一般市民に無断でユニークIDを附すことへの懸念を表明し、商品に電子タグがついたまま（あるいは活かしたまま）販売され、持ち歩かれることに対して警鐘を鳴らした。

彼らは、現在も<http://www.spychips.com/>も主催するなど粘り強く活動を継続している。電子タグの利用を推進する立場の当事者からは、一方的に危険性のみを強調し、いたずらに消費者の不安を煽っているとの批判もある。

しかし、一方で個人の消費動向や、趣味指向、思想信条、移動などの行動を本人が承知していない相手によって監視されうることが「気持ち悪い」という意見が多い。それが例え個人情報（氏名や住所など）と連携しない場合であっても、本人の明確な同意なき監視は基本的人権の侵害ではないかと主張する人も居る。ましてや、悪意を持った第三者やストーカーなどの犯罪者が、特定の誰かを監視する目的で、所有物に添付された電子タグを使用するとすれば、一般の市民からすれば脅威と感じられても仕方がない面もある。

プライバシー問題は Albrecht 氏らの見解が正しいか否かではなく、消費者の嫌悪感という感情の問題である点が、電子タグの普及を推進する立場からは、頭の痛い問題であった。

欧州では、消費者の反感が不買運動に発展しそうになり、電子タグの店頭商品への添付実験が中止に追い込まれたこともあった。この影響は現在も尾を引いており、大手の小売店が、商品の個品への電子タグ添付に消極的である理由の一つであることは否めない。また、販売時に電子タグを取り外すか、KILL（電子タグを無効化する操作）したりして顧客に手渡すアプリケーションが一般的になっている。

しかし、2006 年、経済産業省が実施した「セキュアタグ開発事業」の成果の 1 つである「読取り距離制限機能」は、電子タグの貼付された商品を携帯する所有者（使用者）の意思に反して電子タグの内容を無断で読み取ることを、電子タグを破壊することなく実現できる画期的なものである。この技術を実装した電子タグならば'Spychips'にはなり得ない。この成果がもっと広く消費者に知られ、安心感を与えることが出来れば、電子タグの利用を推進する大きな原動力になるものと考えられる。

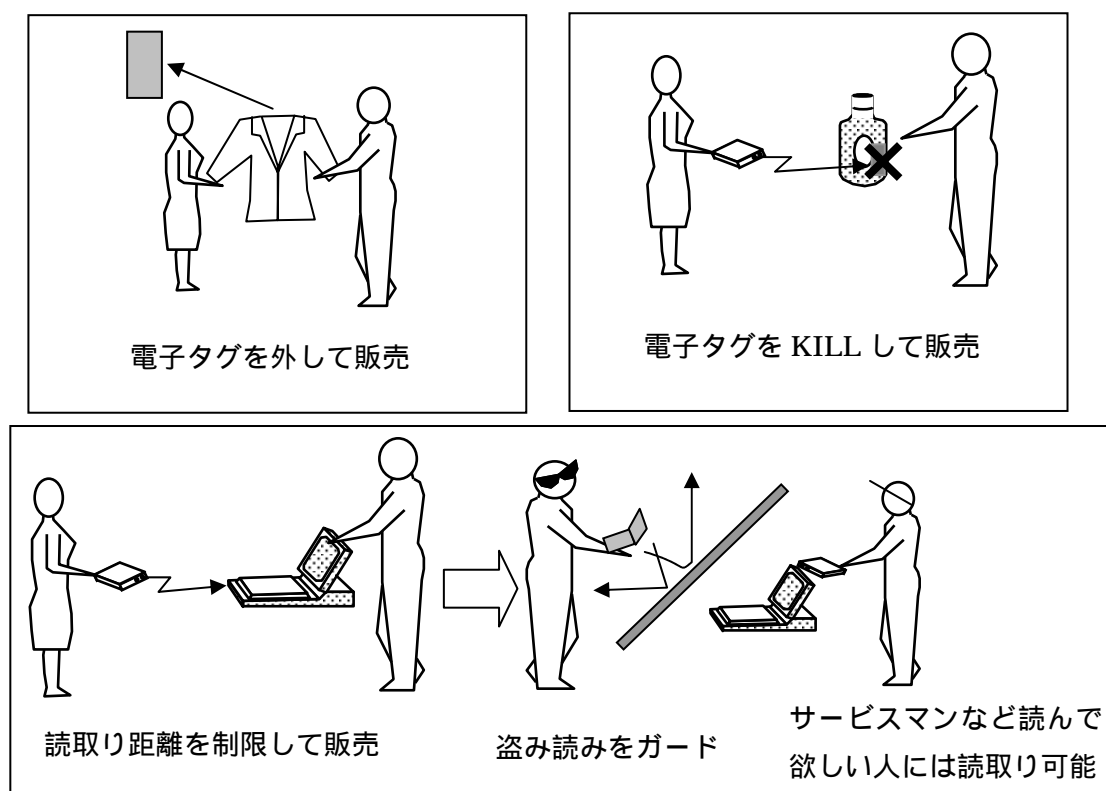


図 2 - 1 読取り距離制限機能の威力

2.8 個品への添付の遅れ

2008年現在、電子タグを使用している事例の多くは、出荷梱包など一定の単位の商品の集合に対して、電子タグを添付するアプリケーションが多い。特に大量の商品を仕入れ、販売している巨大な小売業でも、個品単位の電子タグの利用は未だ行われていない。

個品単位での電子タグ添付の事例は、我が国では靴やビンテージ・ジーンズなど一部の高額な商品のケースが多く、海外では大手書店のように大量の店頭在庫を正確に管理したいケースで実験的に効果を計測しているケースが多い。これらの分野では成果を挙げているものの、低価格の一般消費財では、個品単位の商品への電子タグの添付は相当先になるものと見られている。

今後、万引き防止などを主たる目的として書籍、CD、DVDに添付されるケースや、LCA（Life Cycle Assessment）等を主たる目的として家電製品について、個品単位の添付が開始されれば、電子タグの需要は一気に拡大する可能性がある。

しかしながら、書籍においては、電子タグを書籍に添付（製本の工程で背表紙に埋め込む）したコストを、書籍の価格に転嫁できるのか、出来ない場合にはコストの負担は出版社で、メリットを享受するのは書店という構造になってしまい、ビジネスモデルの面でこのねじれを解消するための検討が宿題として残っている。

また、家電製品でも、電子タグの本格的な利用についてはまだ業界内で検討すべき問題点が残っており、1～2年程度の短期間で、個品への電子タグ添付が急速に進展するという予想は現状では出来ない。

商品の個品への電子タグの添付については急速な伸びは期待し難い状況であるが、「食の安全」が大きな問題となっている現在、食用などに飼育されている家畜の固体識別の用途に電子タグが注目されている。各種の統計によると、全世界における家畜の飼育数は以下の通りである。

豚（全て食用）9億4102万頭（2002年）

牛（食用、乳牛、役牛合わせて）は13億5100万頭（2001年）

羊（めん羊、食用合わせて）は10億5600万頭（2001年）

鶏（食肉用、採卵用合わせて）は148億6000万羽（2001年）

家畜の飼育期間は種類によってまちまちであるが、豚の場合半年で出荷されるとすれば、個体識別のタグが年間で19億個必要になる。鶏の場合は、個体数が多い上に、ブロイラーの飼育期間は3ヶ月程度なので、さらに一桁多い需要が見込める。畜産の分野で個体識別に電子タグが導入されると、その対象数の多さから、電子タグの需要が一挙に増加する可能性もある。なお、愛玩用のペットについては全世界での頭数の統計データが入手できなかったが、犬や猫の寿命が10年以上であり、電子タグの需要量は食用の家畜に比べると少ない。ただし、ペットの場合は高価なインプラントタグを使用するので売上高で見ればある程度の市場は期

待できるかもしれない。

後述するように、電子タグの単価は製造ロットの規模が大きくなれば下がらない。個品（個体）に添付されるアプリケーションが増えると、量産効果で電子タグの価格が下がり、ますます添付対象の商品が広がるといった好循環が起ることを期待したい。

2.9 リーダー/ライター等の機器の価格

電子タグの心臓部であるインレットの低価格化は、官民を上げた努力により大幅に進歩したということが出来る。しかし、リーダー/ライターおよびアンテナ等の機器の価格は現状において御世辞にも安価とは言いがたいのが実情である。その動作原理の難しさから単純に推定すると、レーザースキャナーを使用するバーコードリーダーや CCD カメラを使用する二次元シンボルに比べれば、電波を使うリーダー/ライター（特にアンテナ）はもっと安くても良いはずであると、一般企業のユーザーは感じている。無線 LAN のルータが ¥15,000 ほどで市販されているのに対して、電子タグのリーダー/ライターの値付けが何十万というのは納得がいかないという強く指摘するユーザーもいる。

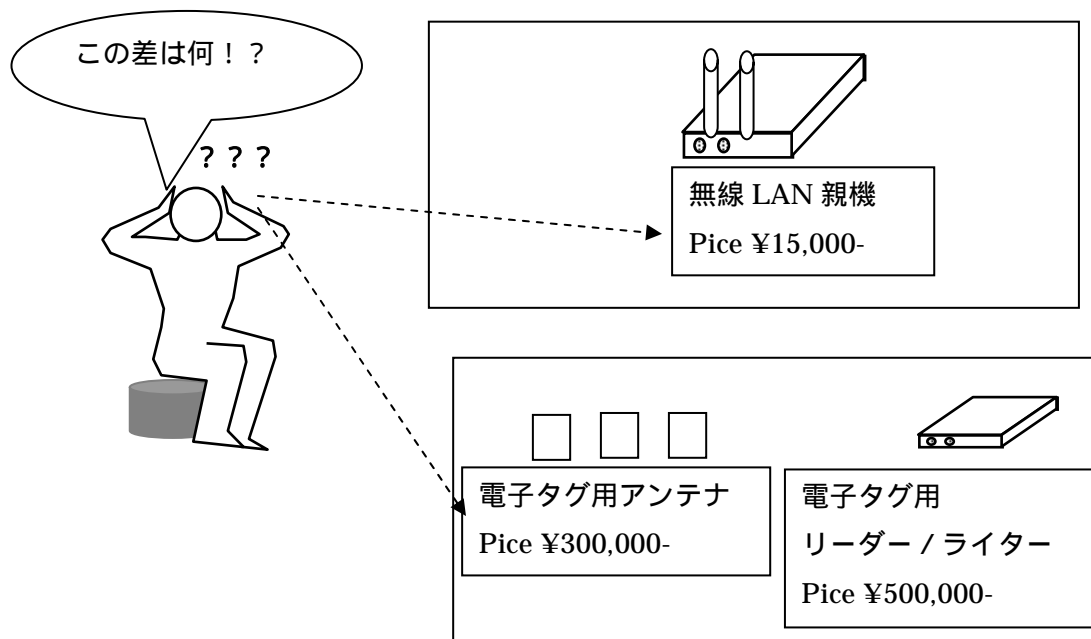


図2-2 電子タグ関連機器の価格

2.10 反射波を制御することの難しさ

屋内で電波を使用すると、壁、床、天井などからの反射波の問題が生じる。反

射波が同位相で重なると電波を強め、逆位相で重なると弱める。このよう反射波のいたずらによって、読取り距離が期待どおり（設計どおり）にならない場合がある。そのため機器設置時の位置の調整が必要となるケースもある。場合によっては電波の遮蔽や反射防止策などの対処が必要な場合もありうる。一方、バーコードや二次元シンボルのリーダーで使用される、レーザースキャナーや CCD カメラは設置場所を選ばないため、これが電子タグのハンデキャップになっていると指摘する専門家もいる。

2.1.1 電波の人体への影響への懸念

人体・医療機器への影響の問題も完全に解決した訳ではない。

慎重な検討の結果、心臓ペースメーカーは古い機種 1 機種だけで問題が起こり、他の機種では問題がないことが実験で明らかになっても、「万が一」の不安があると主張する人や機関が存在する。しかし、万が一にも人命が損なわれることはあってはならないのであって、この主張を一方向的に退けることは出来ない。心臓ペースメーカー以外にも病院内で使用される、いわゆるメディカルエレクトロニクス機器にもリーダー/ライターの発する電波が影響を及ぼす可能性があるとして、病院内での仕様については慎重であるべきという意見や、あらゆる医療機器への影響を精査し、安全性を確認した上で病院内での使用を許容すべきであるという意見もある。これらについては、例え時間がかかっても、克服していかなければならない課題と言う事が出来る。

また、電子タグで使用する程度の周波数および出力の電波が人体に及ぼす直接の影響は、今日の携帯電話の普及状況から見てもまったく問題無いといっても良い状況である。にもかかわらず、電波を使用する機器に関しては、「携帯電話の使いすぎで脳腫瘍になる」「職業上、日常的に電波を浴びている男性には男の子が授からない」「高圧送電線の下に住んでいる子供に白血病が多い」など、半ば都市伝説化した根拠の証明されていない風説も根強く残っている。しかもそれらを信じている人たちには、科学的・技術的な説明が通用しないため、理解を得るのが非常に難しい。彼らは科学を理解する能力が欠如しているか、または疑似科学（pseudoscience）に毒されている。特に後者はあたかも科学的な証明がされているかのような宣伝を Web サイトなどで大々的に行っている場合がある。それを信じる人も、馬鹿にして笑いものにする人も、いずれもがこぞってその Web サイトを訪問するため、検索エンジンでは疑似科学のサイトが上位にヒットし、真面目な論考のサイトは面白さが欠如しているために敬遠されて検索の順位が後ろになってしまう傾向がある。これはインターネット社会の危険な側面の 1 つともいえよう。

もし、この問題に興味がある方は、「送電線 白血病」をキーワードに google

を検索していただきたい。

電磁波の人体への影響を訴える活動家は、庶民の生活にすっかり定着してしまった携帯電話をいまさら攻撃するよりも、新顔で動作原理が良く知られていない電子タグを標的にすれば勝ち目があると思って電子タグを攻撃の標的に狙っている可能性もある。思わぬところで足元をすくわれぬよう、子午後も注意が必要である。

2.1.2 通信距離の制御の難しさ

リーダーの出力が強すぎたり受信感度が高すぎて、隣の列に並んでいる人の持ち物の電子タグまで呼んでしまう現象を「読み過ぎ」、同様にライターその近傍にあるが本来書き込みすべきでない電子タグを書き換えたり KILL してしまったりする現象を「書き過ぎ」と言う。特に長距離を誇る UHF 帯電子タグではこの問題が起こりやすい。この問題の対策として、電波を遮蔽する素材で電子タグの読取り範囲を囲むことや、可能であれば、トンネル型のリーダー/ライターを採用することなどの方法が取られてきた。近年では、アンテナのチューニングをわざとずらすことやリーダー/ライターの出力を調整すること、UHF 帯でも誘導電磁界方式を採用することなど、通信距離を短くする技術が確立し、読みすぎ書きすぎ問題はほぼ解決できたといってよい状況である。

しかし、目的の場所で目的の読取り距離で、目的の性能を出すには、経験とテクニックが必要といわれており、導入のコンサルテーションを受ける際のコストアップ要因になることも心配されている。

2.1.3 書き込みが遅い問題

SGTIN に代表されるシリアル番号を含む Identifier を書き込む場合は、電子タグ 1 枚 1 枚に違う Identifier を書き込むため、同じものを同時に大量に作るのとは違って時間がかかる。しかも書き込み時は、書き込みのコマンドを実行した後で、もう一度読み出しのコマンドを実行し、正しくかけているかいないかをチェックするベリファイを必要とするので、読取りだけの場合に比べると電子タグとリーダー/ライターの間でのやり取りの回数が増える。これが原因となりユーザーにとっては電子タグは書き込みが遅いと感じられている。

また、メモリーセルに EEPROM を採用した電子タグでは書き込み時間が読取りよりも遅い、FeRAM を採用した場合は EEROM の約 1 / 4 程度に短縮できる。ただし現時点では EEPROM に比べ FeRAM はビット単価がやや高い。

また、情報システムでシリアル番号を発生させながら、それを書き込む仕組みの場合に、電子タグの初期不良で、上手く書けないタグが合った場合、シリアル番号を欠番にして良いのか、不良の電子タグを弾いて、つきの電子タグに欠番な

くシリアル番号を書くのかによって、方式を変えなければならないことや、検出した不良の電子タグを識別してラインから弾き出す手間も問題視するユーザーがいる。

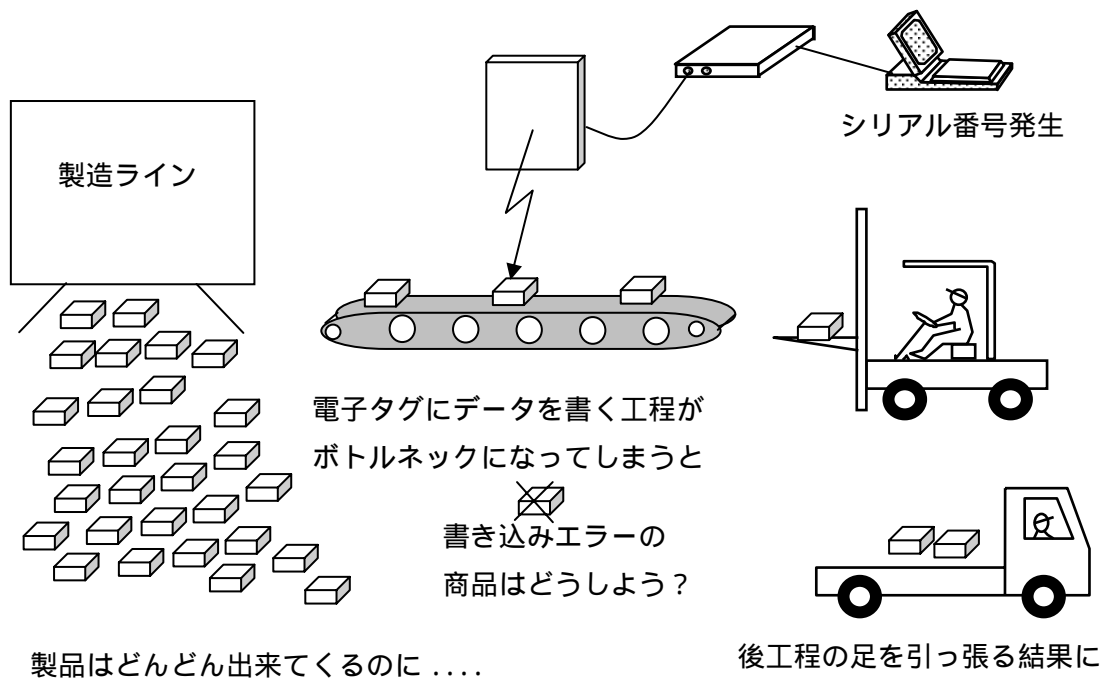


図2 - 3 書き込みの工程がボトルネックにならないライン設計が大切

第3章 アプリケーション構築上の課題

3.1 プライバシー問題を蒸し返す「モバイルRFID」

日本では CCD カメラ内蔵の携帯電話機が普及し、これを 2 次元シンボル(QR コード)のリーダーとして使用することで、主として広告・宣伝の目的で実用化が進んでいる。新聞の紙面や、織り込みチラシで、携帯電話に特定の URL を紹介する目的で QR コードが刷り込まれている個数は、多い日には数 10 個に達するほどである。

また、我が国では、お財布ケータイ、モバイル SUICA などに代表されるような、非接触 IC カードを内蔵した携帯電話が既に実用化されている。

しかし、「モバイルRFID」のアイデアは、これとはRFIDのリーダー/ライターを携帯電話に内蔵し、商品に添付されている電子タグを読むことで、我が国の携帯電話とQRコードを組み合わせたアプリケーションを真似たものを実現しようとするものである。

公に読まれることを前提としたポスターやチラシなどに電子タグが添付されている場合や、自分の所有物に添付された電子タグを自分で読む場合、自分の所有物に添付された電子タグを自分の意思で第三者に読ませる場合であれば、プライバシーの保護の上で何の問題もない。しかし、他人の所有物に添付された電子タグを無断で読む行為は(ことの重大性は添付された物品にもよるが)重大なプライバシーの侵害になりうる。あるいは、携帯電話に内蔵されたリーダー/ライターで、本人同意を得ずに特定の人物を尾行したり監視したりすれば、プライバシーの侵害になることは明らかである。携帯電は、誰もが持ち歩く手軽な装置であり、必ずしも、道徳的な人だけが所有するものではない。そのため、所有物に添付された電子タグの内容が所有者に無断で読まれることが懸念される。さらにこの懸念が面白おかしく喧伝されれば、「モバイルRFID」自体が社会から拒否されるだけでなく、電子タグの広範な利用にまでブレーキをかける恐れがある。この点に関しては、動向をウォッチし、場合によっては警告を発する必要がある。

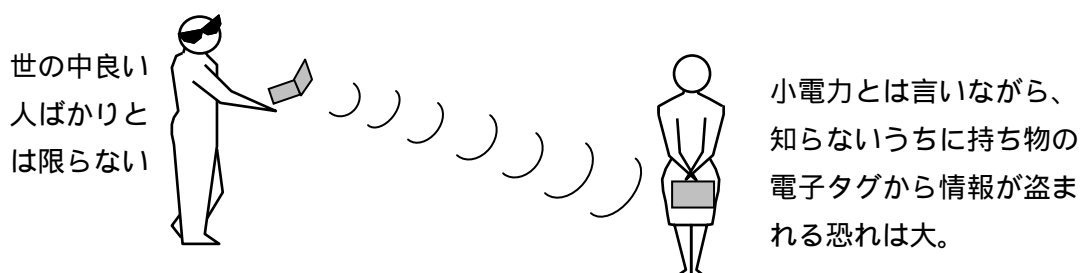


図3-1 携帯電話に電子タグの読取り機能がついたら・・・

3.2 電子タグのウイルス汚染問題

電子タグは半導体メモリーを内蔵したデータキャリアなので、メモリーの中には実行可能なプログラムを書き込むことも可能である。これは USB メモリーとまったく同じことである。従って、電子タグをウイルスで汚染することは比較的容易といえる。しかし、セキュリティ対策の施された最新のパソコンでは、Windows であれ、Internet Explorer であれ、ActiveX や Script を素通しで自動的に実行することは出来なくなった。同様に、電子タグから読み取ったデータを何の評価もせず「実行」するエンジンに渡すような「間抜け」なプログラムを書く馬鹿なエンジニアはおよそいない。SQL インジェクションなら数文字でデータベースを破壊あるいは盗み出し可能であると、得々と延べる「有識者」がいるが、電子タグから読み取った数文字のデータを何の評価もせず、何の確認もせず自動的に SQL の解釈・実行エンジンに渡すようなアプリケーションは、絶対に作成するべきではないし、実際に作成されることはない(わざと電子タグからの感染を起こさせて世間を騒がしたい人物を除いて)。これは電子タグのアプリケーションを設計するエンジニアにとっては、常識以前の問題である。ウイルスに汚染された迷惑メールは日常的に送り付けられてくるが、このウイルスをわざわざ「実行」して感染にまで至る人は少数派(パソコンの初心者や情報リテラシーの低いユーザーまたはかなりの粗忽者)である。この世に悪人がいる限り、「汚染」を撲滅することは出来ないが、「感染」を防止することは可能である。電子タグを「汚染」することに成功したからといって、「感染の危険がある」と宣伝するのは注意を喚起するという点では意味があるかもしれないが、いたずらにユーザーを不安にさせる目的であるならば、悪意をもってしているとの誹りは免れない。

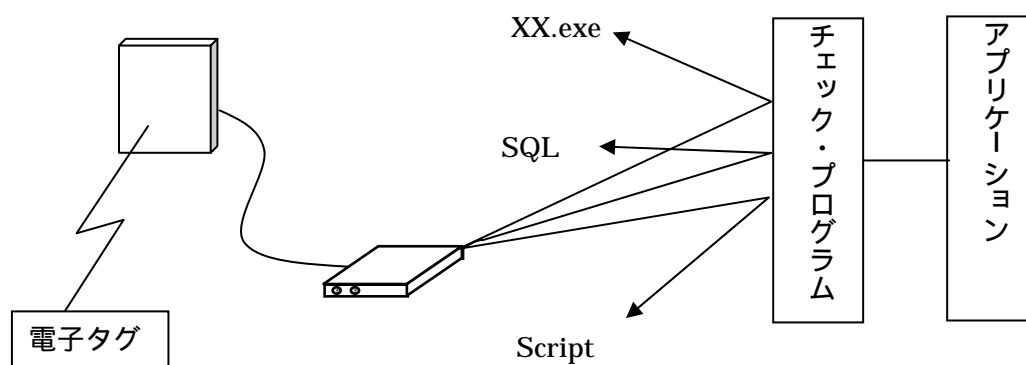


図3 - 2 電子タグを汚染することは出来ても、感染の心配は要らない

3.3 コストダウンと多様なニーズの兼ね合い

電子タグのベンダーは「全てのお客様が同じ仕様のタグを使ってくれば、量産効果で安くなります。メモリー容量の大小よりもこちらのファクターの方が大きいのです。」と口を揃える。

裏返せば、汎用的に大量に使用する応用分野では安価な電子タグが入手できるのに対し、特殊な用途で使用する電子タグは高価になることは避けられない。

多少オーバースペックと考えられる場合でも（たとえば Class0 のタグで十分なアプリケーションを構築する場合）、大量に生産されている C1G2 の方が低価格ならば、安い方のタグを選択することを推奨する。

また、電子タグの価格は、インレット（IC チップとアンテナ）だけで決まるものではなく、その後の加工の内容にも大きく左右される、シール形状の電子タグは安価でも、同じインレットをドライクリーニングに耐えるように樹脂でモールドすれば当然価格は高くなる。

また、現状の電子タグは、バーコードや二次元シンボルのように印刷することが出来ない。書籍や家電製品などの場合は、製本・製造工程の中で電子タグを商品に装着することが検討されており、実験も実施されている。しかしその他の商品の場合には、商品に電子タグを取り付ける作業が発生する。シール形状の電子タグを 1 枚貼り付けるだけでも、工程は 1 つ増加するので、そのためのコストが発生する。これは人間が手作業で張る場合はもちろん人件費が継続的に発生し、自動化されたラベラーをラインに組みこむためには初期投資とランニングコストを見込まなければならない。

以上のことから、電子タグのコストは、インレットの価格だけでなく、電子タグへの加工コスト、添付対象物品への添付コストなども考慮する必要があり、いずれのコストも、汎用的で、同一の加工方法、取り付け方法が大量に使用されるケースではコストが下がり、特殊な加工、特殊な取り付け方法が必要となる場合にはコストが上がることを十分理解したうえで、電子タグベンダーやシステムベンダーとの価格交渉をする必要がある。

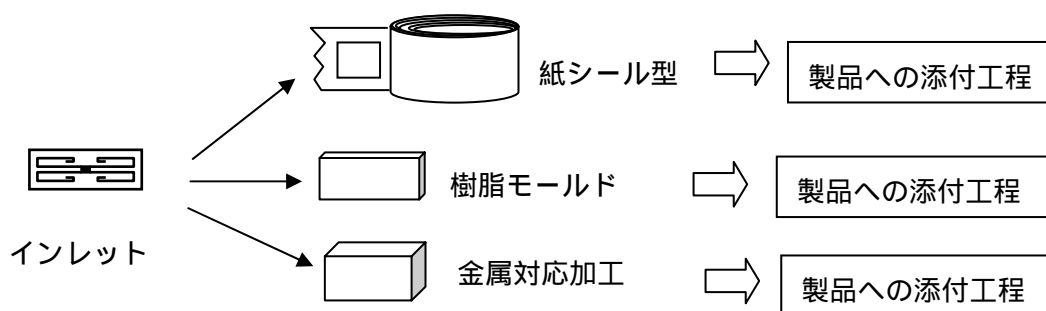


図3-3 インレットは同じでも業務ニーズによって後工程は様々

3.4 電子タグの寿命と添付対象物の寿命

耐久消費財のトレーサビリティには長寿命の電子タグが必要というユーザーのニーズがある。一方で電子タグの寿命は半導体メモリの特性から10年程度といわれており、電子タグの寿命が添付対象物の寿命よりも先に尽きてしまう恐れがある。この問題の対処法は、何十年も使用する耐久消費財の場合には、電子タグの寿命が尽きる前に「定期点検」などの機会を設け、電子タグを交換するなどの運用をルール化することであると考えられる。

一方、電子タグの寿命よりも「電子タグ技術の寿命」の方が先にやって来て、別のメディアにその地位を奪われてしまうことを予測する専門家も多い。

類似した例を挙げるならば、ビデオテープの記録寿命よりも先にビデオデッキがブルーレイディスクレコーダーに置き換わった事例を挙げるができる。せっせと取りためたわが子の成長記録のビデオテープをブルーレイディスクに焼き直すサービスにお金を出しているお父さんが多数いる。今後はHD DVDのユーザー向けにブルーレイディスクに焼き直すサービスも登場するであろう。しかしまた数年後にはブルーレイディスクもより高容量・高画質な新しいメディアに置き換わり、さらに数年後にはまた新しい媒体が登場すると予測されている。

電子タグの分野でもこれと同様なことが起こる可能性は十分にあるが、一度業務の目的で電子タグを導入したら、最低でも数10年はこのテクノロジーを使い続けないと、トレーサビリティの確保は難しくなってしまう。どのAIDCメディアにも言えることではあるが、一度採用した技術はたとえ陳腐化しても使い続ける決断をすることが必要と考えられる。

3.5 廃棄物としての電子タグ

商品に添付される電子タグには、販売時に商品から外され、Identifierを書き換えて、再利用されるものもある。一方で、食品や一般消費財の包装容器や、輸送用のダンボール箱のような梱包資材に添付された電子タグは「使い捨て」の電子タグが採用されると考えられる。

また、耐久消費財や、繰返し使用される輸送容器（オリコン、パレット）などもその寿命が尽きた後では廃棄される。

このような廃棄物の中に混入した電子タグもまた、産業廃棄物として適切に処理できなければならない。

(財)日本自動認識システム協会では電子タグを貼付した段ボール箱を再生紙とする実験を、出版インフラセンターでは電子タグを内蔵した古書を再生紙とする実験をそれぞれ実施している。両実験とも、電子タグのアンテナ（金属）ICチップ（半導体）がバラバラにならず、きれいな形で、再生パルプと分離できれば望ましいとしており、電子タグ添付対象物のリサイクルを考慮したインレットの製

法の開発が望まれる。

その他の電子タグ添付対象物についても、リサイクルの工程で如何にして効率的に電子タグを他の構成部品と分離するかが課題となるものと考えられる。むしろ、エレクトロニクス製品のように電子タグとほとんど構成物質が同じ製品の場合には、リサイクルの問題は簡単に解決することが予想される。

一般家庭でゴミとなる包装・容器類に添付された電子タグは、分別するのであれば、取り外し易く（ただし流通過程では外れにくく）取り付ける必要があり、また、単に燃えないゴミとして捨ててしまってもよいか否か等についても検討し、指針を提示する必要があるが、電子タグの個品への添付は数年以上先になると考えられるので、有効な対策を検討する時間は十分にある。

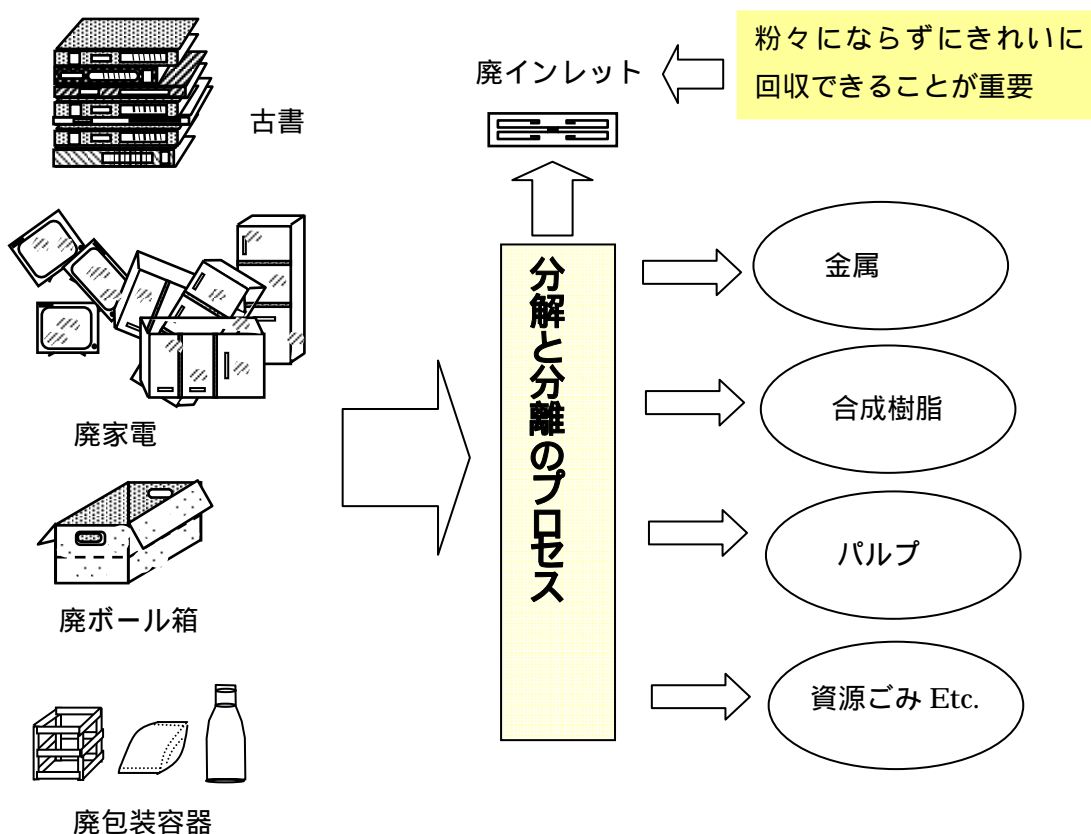


図3 - 4 電子タグが廃棄物になるとき、分離の容易性が重要

第4章 電子タグ今後の展望

4.1 センサー内蔵タグ

ECOMでは平成19年度に別途「センサーネットワーク活用調査WG」を設置してセンサー内蔵の電子タグの活用について検討しているため、重複した議論は避けるが、温度や衝撃など商品の移動や保管における外部環境をモニターし、無線でそのデータを取得できるという点で、センサー内蔵の電子タグに対する関心が高いことは事実であり、ISOでも規格案の提案がなされて審議中である。センサーを駆動するために電力が必要なセンサーの場合、または電子タグが通信状態にないときにもセンサーを駆動し、モニターデータをメモリーに蓄積するような用途に応える場合、純粋なパッシブタグで実現することは難しいため、バッテリーアシスト・パッシブタグまたはアクティブタグとセンサーの組み合わせで製品化される見通しである。

さらにセンサーだけでなく、アクチュエーターを内蔵して、何らかのスイッチのON/OFFや機械の制御に応用するアイデアも出始めているが、アクチュエーターについては、電子タグに装備する場合と、電子タグを検出したリーダー/ライターに装備する場合の両方が考えられ、ニーズを十分に調査した上で、標準化について検討が必要である。他のリモコン機器とどこが違うのかについて疑問視されている。

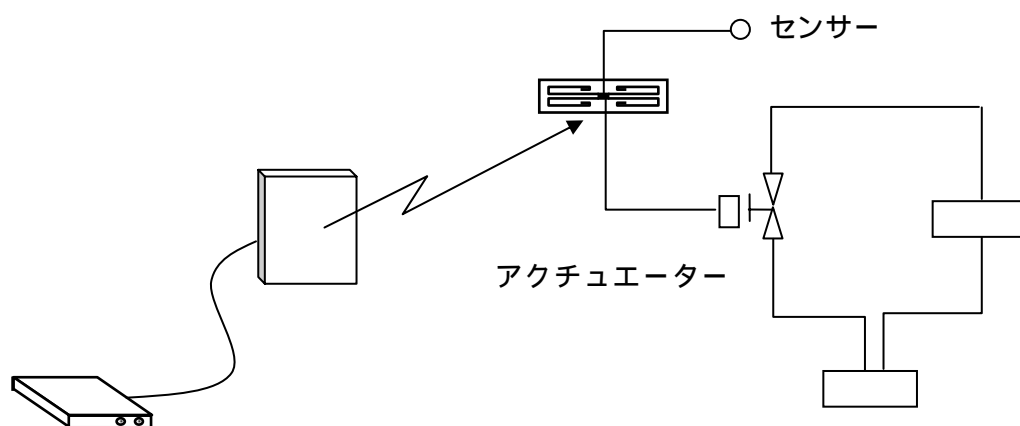


図4-1 センサーやアクチュエーターが付いた電子タグって他のリモコン機器とどこが違うの？

また、山火事の検出のために大量のセンサー付きタグを森林に蒔き、電子タグが燃える直前に火災を通報する信号を発するシステムなどのアイデアもあるが、アンテナの配置の問題や耐環境性を上げる電子タグの加工のコスト増など、ハードルは決して低くない。また、森林にそのような機械を蒔くことで環境を汚染し

ないか、不要になった際に回収が出来るのか等の疑問を呈する有識者もいる。

4.2 バッテリーアシスト・パッシブタグ

セミパッシブとも呼ばれる。電池を内蔵しており、電子タグから発信される電波が強いため、数10メートル以上の読取り距離を実現できる。大型の物流センターや屋外の工事現場、コンテナヤードなどで使用することが想定されている。ただし、後述するアクティブタグとは異なり、リーダー/ライターからの「質問波」を受信しない限り自律的に電波を出すことはない。そのため、アクティブタグよりも電力消費が少なく、電池交換または充電の頻度を下げることが可能といわれている。

バッテリーアシスト・パッシブタグは、タグから発信する電波の出力が大きいため、同じ電波帯域で動作するパッシブタグとの干渉の問題や、電波式自動車キーの傍受の問題と同様に、通信時の信号を傍受され、まったく同じ波形を信号シンセサイザーのような機器でシミュレーションされてしまう問題などを心配する意見もある。

4.3 アクティブタグ

電池を内蔵する点では前述のバッテリーアシスト・パッシブタグと同じであるが、大きな外力が働いたときや、一定時間ごとなど、何らかのイベントをトリガーにして、自律的に信号を発する点が大きな違いである。幹線道路の路傍にリーダーを一定間隔で設置し、トレーラーに積載される物流コンテナにアクティブタグを装着して、走行中の貨物のトラッキングをするなどの応用が検討されている。

アクティブタグは、いわゆる電子タグのエアインターフェースで専用のリーダー/ライターとのみ通信するデータキャリアであるが、無線LANのインターフェース(IEEE 802.11 および IEEE 802.15)に対応した小型の端末機器と利用場面で競合する関係にある。オフィス、地下鉄の駅などの公共施設、一般家庭でも無線LANは既に普及しており、随所にホットスポットが設けられている。

図4-2に示すとおり、技術的には、無線LANの技術の方が電子タグよりも一歩も二歩も先んじているのが実情で、今後開発されるアクティブタグが標準化に手間取るようなことが有れば、その市場は先に小型の無線LAN端末機に奪われてしまう可能性が高い。CPUを搭載したインテリジェントな製品の場合、保持するデータも大きく、暗号化等に必要なる演算の能力も持っているため、電子タグのエアインターフェースを使用する積極的な利点はあまり無く、これらも無線LANのプロトコルで繋がる可能性が高い。

また、陸上輸送などのカーゴトラッキングの分野では、ETC(Electronic Toll Collection System)に採用されているDSRC(Dedicated Short Range

Communication) プロトコルがある。さらに、コンテナについたタグをトレーラーの車載コンピュータに搭載したリーダーで読み取り、車載コンピュータからは無線 LAN 等を経由してインターネットに接続するアイデアが既に検討されており、ITS (Intelligent Transport Systems) の分野でもアクティブタグにとって強敵が待ち構えている状況にある。

その他にアクティブタグの応用としては牛に食べさせて胃の中に貯留させることで、インプラントの電子タグと同様の管理をしようという実験もされている。センサーで牛の健康状態がモニターできる点で、既存のインプラントアニマルタグよりも優れているという意見もあるが、コスト面や牛の健康に対する影響など問題点を指摘する有識者も多い。

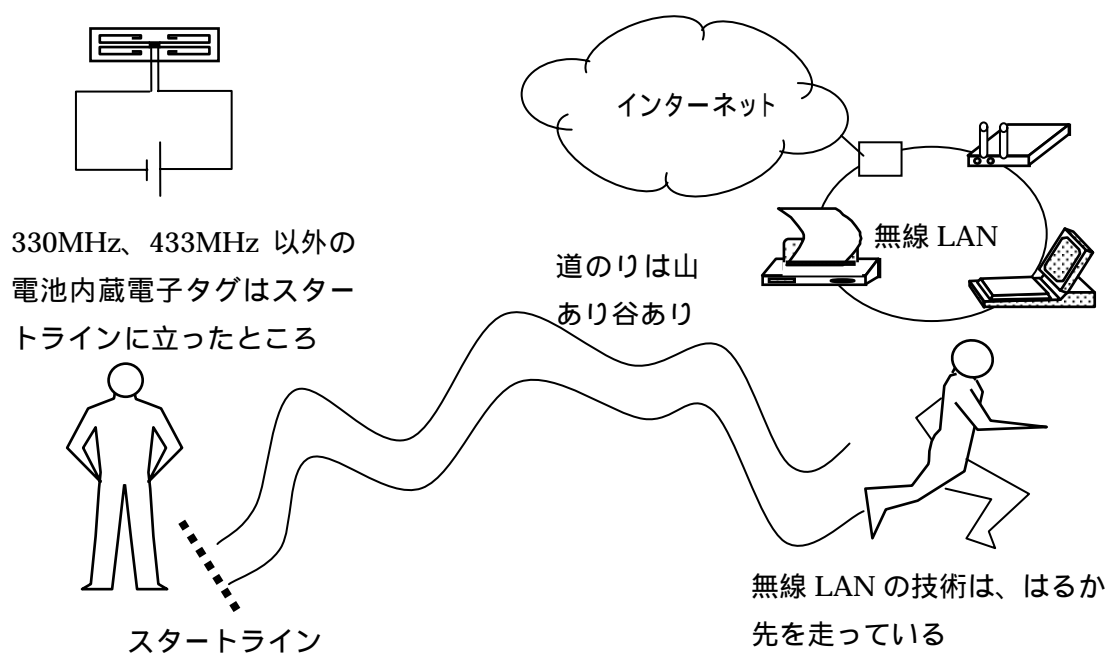


図4 - 2 これから開発される電池内蔵電子タグは無線 LAN の技術に勝てるか？

4.4 チップレス電子タグ

ゴマ粒チップ、砂粒チップといえどもシリコンウエハーに回路パターンを焼付け、これを細かく切り分けて電子タグを製造するのであれば、技術革新により1枚のウエハーから取れるチップの数量が倍増、4倍増になったとしても、コストの低減には限界がある。たとえ、量産効果で低価格化しても数円以下にはなりえないという見通しを示す専門家もいる。また、チップが小さくなりすぎると、インレットの組立工程においてより高度な精密加工技術を必要とするためトータルで見ただけの場合には、一概にコストが下がるとはいえないと指摘する専門家もいる。

さらに、導入を検討するユーザーの要求に応えての価格設定において、あまりに安価になりすぎると、チップを製造するメーカーにとっては、ビジネスとしての「旨み」が無くなる（1つ1円のチップでは100億個販売しても売上げは100億円、純益はその数分の一に留まる。この程度の事業規模では大手の半導体メーカーが事業化しても1つの事業部を維持できない「飯の食えないビジネス」になってしまう。）

もう一つの問題はアンテナの大きさである。どんなにチップが小さくなくてもアンテナは物理的な制約から小さくなり難い。クラス0、クラス1の時代の電子タグはダイポールアンテナ（細長い形状のインレットになる）またはダイバーシティアンテナ（正方形の折り紙のような形状のインレットになる）を採用していたため、UHF帯でも二分の一波長（十数センチメートル）の差し渡し寸法があった。現在読取り率の高さで評判のメーカーの電子タグは、アンテナ形状の工夫により最大差し渡し寸法は小さくなったが、その分横幅寸法は増大し、インレットの面積そのものは、さほど小さくなっていない（細長い外形が正方形に近い長方形になっただけ）。小さな商品に貼付する目的で、アンテナを含めたインレットの面積を小さくした製品（磁界読取り型（電磁誘導方式）もあるが、これらは小型化の代償として感度を犠牲にしているため、読取り距離は短い。

将来期待されているのは、シリコンチップの代わりに有機半導体を使用し、印刷の技術だけで回路を構成する「チップレスRFID」である。チップレスRFIDのキーテクノロジーは3つある。

プリントド・アンテナ（実用化済み）

プリントド・トランジスター（プリンタブル集積回路とも呼ぶ）（開発中・ただし低速動作）

プリントド・バッテリーまたはプリントド・キャパシター（研究段階）

目下の課題はプリントド・トランジスターである。有機高分子半導体を使用したプリントド・トランジスター（ここで言うトランジスターはいわゆるバイポーラトランジスター：NPN型やPNP型ではなく電界効果トランジスター：FETである。）は印刷の技術（オフセット印刷やインクジェット印刷）が

利用できるためシリコンを使用する電子タグよりもはるかに安価に高速に大量生産が可能といわれている。そのため、製造プロセスの面から考えると、有機高分子半導体が最も有力な候補である。しかし、キャリア（電子や正孔）の移動度がシリコン >> 有機低分子半導体 >> 有機高分子半導体（シリコンの 100 億分の 1）であり、単結晶シリコンでは $10^3\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、有機低分子半導体で $10^{-5} \sim 10^{-2}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 程度、有機高分子半導体では $10^{-7} \sim 10^{-5}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 程度であるため、スイッチング速度（デジタル回路の動作速度）が遅く、利用の観点からすると実用性はないと見られていた。しかし近年、製造プロセスの段階で高分子の配向を揃えることで、キャリア移動度を劇的に挙げる研究成果が発表され、最近では有機高分子半導体の新材料の開発と合わせて製造プロセス技術の研究も盛んに行われている。

それでもなお、現状のプリントド・トランジスタでは電子タグに求められるような高速動作の素子を構成することが出来ないため、チップレス RFID に対して悲観的な意見も多い。しかし、プリントドエレクトロニクス研究者は意気軒昂であり、2010 年～2020 年の間にはプリントド・トランジスタが劇的に進歩を遂げ、それがフィードバックされる形で、チップレス RFID が実現されると予想する専門家もいる。

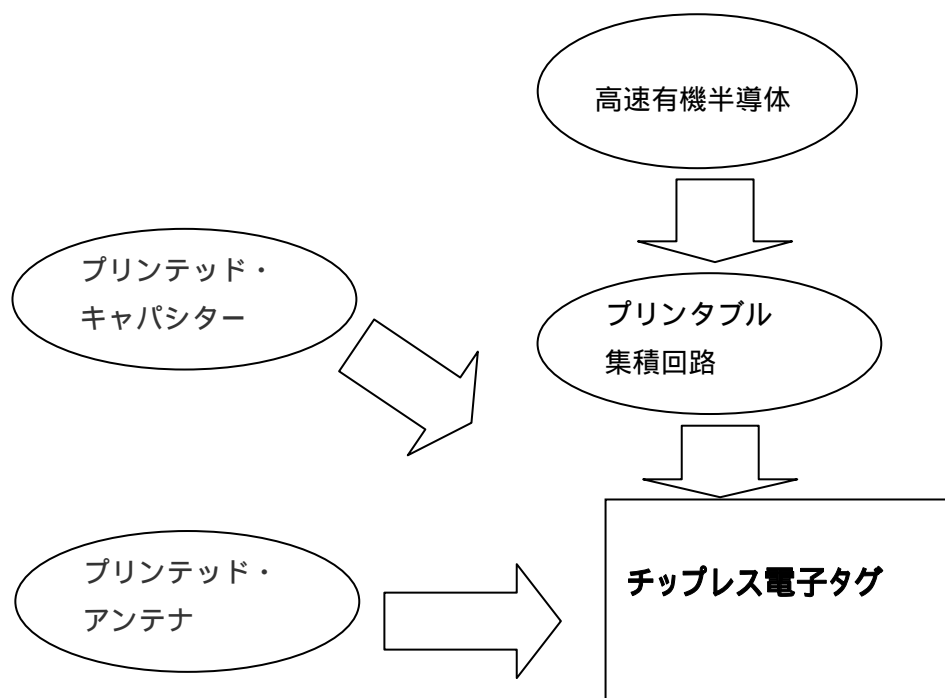


図4 - 3有機半導体でチップレスタグが実現する

4.5 「場所」に付ける電子タグ

次世代電子商取引推進協議会では電子タグの産業応用に注目して物品に添付するモデルだけを検討してきた。しかし、3.1で述べたモバイル RFID の応用として、街角や、電信柱、ビルの壁などに電子タグを埋め込み、その電子タグには所番地やビル名など場所に関する情報を書きおき、道案内（ナビゲーション）に使用するアプリケーションも検討されている。原理的には実現可能であるが、持ち運び可能な GPS（Global Positioning System：全地球測位システム）端末や GPS 内蔵の携帯電話・PDA（Personal Digital Assistant：携帯情報端末）端末も既に市販されており、これらと競合関係になる。先行している GPS を打ち破るべく、全国津々浦々に電子タグを配置する投資が本当に有効か、GPS を使用するのが合理的か、さらには、無料でインターネットに接続できる「ホットスポット」を社会インフラとして全国にくまなく配置するのが良いか、最小の出費で、本当に国民の利益になる方法を選択するためには、冷静な評価が必要である。

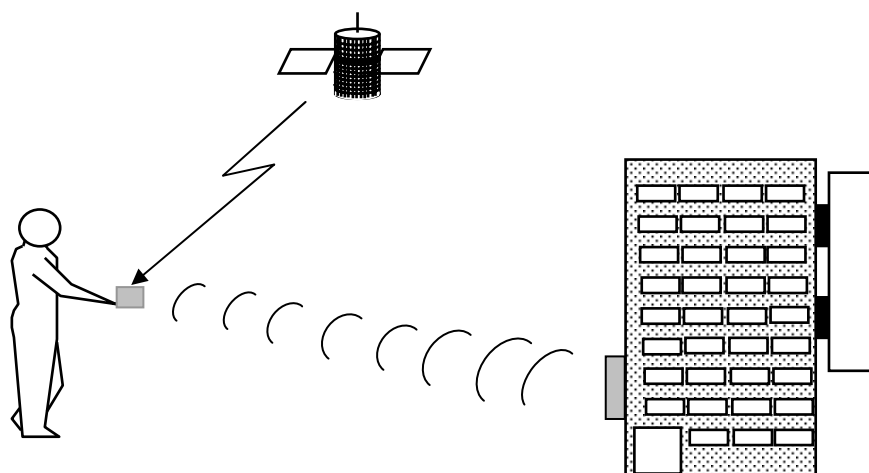


図4 - 4 GPS がと街角電子タグどちらが市場性を持つか？

第5章 まとめ

以上、次世代電子商取引推進協議会の3年間の電子タグに関する調査研究の中で、報告書に記載できなかった内容も含めて、電子タグの現状と課題についてまとめてきた。我々の活動の反省点は、電子タグの技術面に関心が偏り、手段の目的化に気づかなかったこと、電子タグの市場予測に対して冷静な批判の目を向けることを避けてきたことなど多々ある。

今後、電子タグについて研究していくならば、社会全体の利益のために電子タグというツールをいか活かしていくべきか、目的を明確に設定することが肝要であると考えられる。

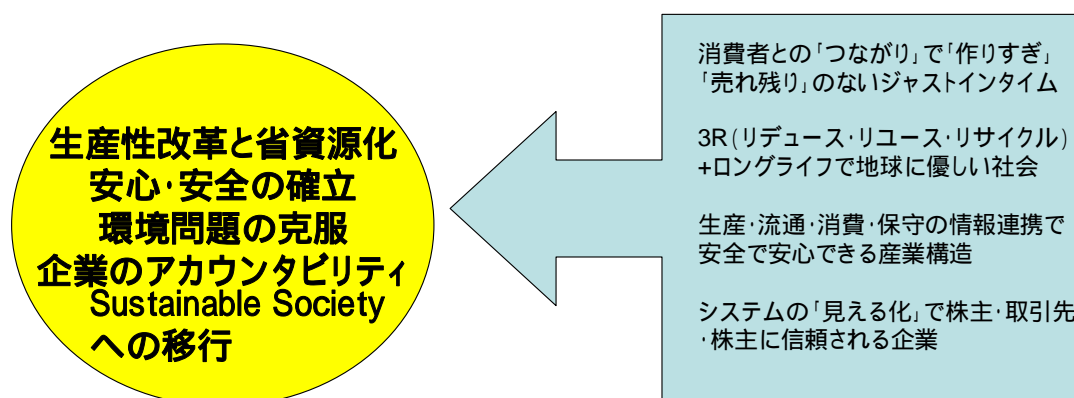
米国政府の意思としては、ホームランドセキュリティ（テロ対策）の確立という目的があり様々な施策や制度設計の中で電子タグの活用を検討している。

EUでは、環境保護、省資源などの実現による持続可能な社会（Sustainable Society）の構築を最大のテーマとして、その中で電子タグの活用を検討している。

いずれの場合も電子タグは利用可能なツールの中の1つであり、電子タグが普及することが目的ではない。

我が国も、資源に乏しく、人口減少の局面にあり、さらには食の安全や工業製品の安全にまつわる問題が次々と発生するなど、改善していかなければならない課題を抱えている。

このような中で、電子タグを活かして少しでも社会が抱える諸問題の解決策に結び付けていく活動が、次世代電子商取引推進協議会のテーマではないかと考えられる。そこで、図6-1にそれらの概念を図示し、本報告書のまとめとしたい。



**新たな視点による企業努力が求められている。
ECOMは単独の企業では成し得ない共通課題に挑戦。**

**企業を跨る変革には、ITの活用が必須であり、特に
EC・AIDC(電子タグ等)・共有DBは有効なツールとなる**

**子孫につけを回さない産業(Sustainable Society)への転換。
そのためのEC・AIDC(電子タグ等)・共有DBの利活用による
企業間情報共有の研究がECOMのメインテーマ**

図6-1 次世代電子商取引推進協議会のアプローチ

(奥付)

禁 無 断 転 載

電子タグに関する調査研究・三年間のまとめ報告書

平成20年 3月 発行

発 行 次世代電子商取引推進協議会

販 売 財団法人 日本情報処理開発協会
電子商取引推進センター
東京都港区芝公園三丁目5番8号
機械振興会館3階
TEL : 03 (3 4 3 6) 7 5 0 0

この資料は再生紙を使用しています。

(裏表紙)

I SBN978-4-89078-661-9 C2055