

## 無線 ID チップを用いた通信ネットワークに関する研究

研究代表者 研 究 員 白井 宏 (中央大学 理工学部)

共同研究者 客員研究員 高窪 統 (中央大学 理工学部)

共同研究者 客員研究員 國井 康晴 (中央大学 理工学部)

### 1 はじめに

近年、通信ネットワークを核とした社会システム構造の移行が急速に進展しつつある。その中で、ネットワークを介した“情報通信ネットワーク技術”，ネットワークと実世界とを結びつけるための“インターフェース・センシング技術”，そして“人間”とを有機的に空間的な束縛がなく、かつ強固な連携を持たせる技術として「ユビキタスネットワークング」という概念がある。「ユビキタスネットワークング」とは、広く張り巡らされた情報ネットワークの実現、その明示的あるいは暗示的な活用技術及び、それらを可能にする通信とセンシング技術の体系のことである。つまり、これら技術の連携により実世界の“モノ（オブジェクト）”と“情報”とを強固に結びつけ、時間・空間を問わずオブジェクトに関する情報を活用できるようにすることである。この概念の鍵は、各オブジェクトの自動認識とそれに用いられる「タグ」であると考えられている。ここで「タグ」とは、各オブジェクトに固有な認識票であり、各オブジェクトの認識のために用いられるものである。そして、ユビキタスを実現するためには、最新鋭の IT 技術が必要となり、その中心となる技術のひとつが無線技術である [1]。

一方、自然環境と調和した人類の生存と発展のために、21 世紀はゼロエミッションの時代としなければならない。そのような問題意識をもとに、資源循環社会への転換の必要性が叫ばれている。その点、タグは実世界のあらゆるオブジェクトに付し、各オブジェクトと関連情報とを結びつけ、その情報をオブジェクトが回収され再利用されるまで管理・活用できる [2]。そのことから、効率のよい資源の回収・還元を実現することができると考えられる。このような背景の中で、ユビキタスネットワークングを実現させるために欠かせない無線技術のひとつとして、また自然環境の観点から見ても「無線タグシステム」が必要とされている。最近、高速道路の ETC (Electronic Toll Collection: 自動料金収受システム) は、国土交通省が提唱する ITS (Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム) の中心的な役割を果たし、VICS (Vehicle Information Communication System: 道路交通情報通信システム) と並んで期待されて

いる。ETC システムは、高速道路の料金所に設置された専用のゲート（アンテナ）を、収受システムの端末を搭載した車両が通過するだけで、料金の自動精算が行え、ノンストップで通過できるシステムである。料金所での停止がなくなれば、今日の車社会で抱えている深刻な問題である“渋滞の緩和”，“燃料消費の削減”，“大気汚染の軽減”をもたらすと期待されている。しかし、端末が高価なこともあり、未だ普及していないため、利用率が少ないという致命的な問題を抱えているのが現状である。今挙げた例のほかにも現在では、入退室管理、電子マネー、商品管理、盗難予防、公共システム（住民基本台帳、健康保険、免許証、身分証明書）、航空手荷物のトラッキングシステム、交通制御システム、図書館での蔵書管理など幅広い分野で活用されてきている [4]。

本研究は、無線 ID チップを用いた通信ネットワークを構築するための基礎検討を行うものである。本年度は、本共同研究の初年度であるので、無線 ID チップを使用した通信ネットワーク構築のための各要素技術として、アンテナの特性と通信システムの構築についての検討を行った。

### 2 無線 ID システム

#### 2.1 システム概要

「無線タグシステム」とは、RFID (Radio Frequency Identification) システムとも呼ばれる。小型の無線通信回路と、データを無線で送受信するアンテナを内蔵した無線タグを用いて、電波を使い非接触でデータを交換する技術である。

このシステムは、次世代の自動認識システムの 1 つとして注目されている。表 1 に、現在使われている主なタグ方式についてまとめた。無線タグシステムは従来のバーコードに比べてまだ高価であり、読み取りの安定性（ノイズ対策、金属対応）等の課題もあるが、メモリを持つため情報の読み書きができ、動作速度が速く、複数同時の読み取りや移動中の通信が可能である。さらに、不正なアクセスの拒否や暗号化も可能であるという高い安全性を持ち、チップ自身には電池が不要である等の利点がある。また、電磁波で交信するため、汚れやほこりなどの影響を受ける

表 1 主なタグ方式の比較

	バーコード	2次元コード	無線タグ
情報量(最大)	数十桁	1000桁程度	数千桁
書き換え	不可	不可	可能
検出領域	狭い	狭い	広い
価格	きわめて安価	きわめて安価	比較的高価
同時複数読み取り	不可	不可	可能
処理時間	遅い	遅い	速い
透過性	無	無	有
耐環境性(汚れ)	劣る	劣る	優れている
読み取り	光学認識	光学認識	無線周波数認識

ことなくデータ通信が行える [3]。このように、“情報”と“モノ”の一致という利便性がより向上し、様々な分野の効率化に大きな効果があると期待されている。身近なものとしては、JR の定期券システム「Suica(スイカ)」がある。「Suica」は IC チップを埋めこんだカードであり、改札口にカードをかざすだけで自動改札を通過できる。

2002 年 7 月上旬に電子情報技術産業協会〔JEITA〕が開催した RFID システムに関する技術セミナーの中で、電波法の施行規則省令の改正案について詳細が明らかにされた。従来 13.56MHz 帯を使う RFID システムは、無線タグ(カード)とリーダ/ライタがほぼ接触しているのに近い状態でしかシステムを構成できなかった。それは出力に関する現在の規制値が空中線電力は 1W 以下、空中線利得では -30dB 以下とかなり厳しいからである。そこで今回の改正では、電界強度あるいは磁界強度の許容値を緩和した [5]。この新たな電波法は既に施行されており、出力を高めてリーダ/ライタと無線タグ間の通信距離を長くとれるようになった。このように電波法の改正により周波数 13.56 MHz の電波を使う無線 RFID システムの応用範囲が広がり、さらに需要も増えると考えられる。このようなユビキタスネットワーク時代が到来しようとしている今「無線タグシステム」は必要不可欠なものとなり、自分たちの身の回りのいたるところに遍在するようになると思われる。

## 2.2 無線 ID チップ

RFID システムは電磁波を発生させて放射させるため、無線システムとして分類され、他の無線業務に配慮する必要があることから、利用できる適当な周波帯は制限されている。そのため、ISM(産業、科学、医学用)周波帯として、世界共通で自由に使用できるように割当てられた周波数帯等を使用している。また、ISM 周波帯以外にも 135kHz 以下の周波帯も使用している。その中で、RFID で用いられる代表的な周波帯は、125k ~ 135kHz、13.56MHz、

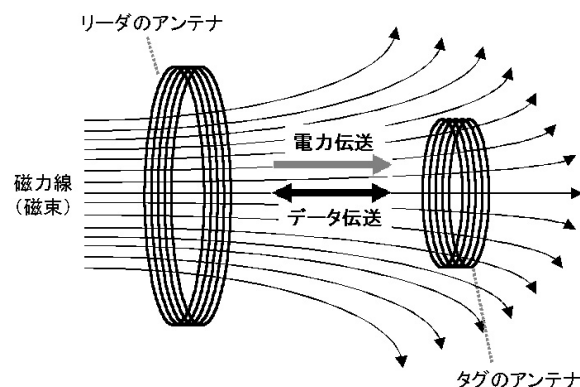


図 1 電磁誘導方式

2.45GHz である。これらの周波数帯による特徴を表 2 に示す。

125k ~ 135kHz の長波帯のタグは、比較的長い通信距離で利用でき、電波の指向性にとらわれにくい。欧米などでは、自動車と鍵の ID コードの照合用として用いられている。13.56MHz は短波帯の中間に位置し、回折性が高く浸透性が良いために動作が安定している。この周波数を用いたカード型タグが、現在すでに精算システムやプライベートシステムなどで用いられている。2.45GHz のマイクロ波帯は、直進性が強いいため最も通信距離が長く、伝送速度が速いというメリットがある。現在最も小型なタグは、この周波数帯のタグである。また、それは 1mm 以下の微細なチップなので、製品に埋め込むことも容易である。ただし、背面金属、水、人体等の影響を受けやすく、動作が不安定である。

長波帯のタグは、タグとしては最も初めに開発され利用されている。長所は、小型化が実現できて、カード形状なら 1m 程度の通信が、タグ形状でも 50cm 程度の通信が可能であること、そして、生体への埋め込み、高低温での使用、金属への埋め込みなどの様々な環境下に対応が可能であること、さらに、各国の電波法による規制が少なく、人体に及ぼす電磁波の防護指針においても影響が比較的少ない。

表 2 無線タグ周波数帯による特徴

周波数	[長波] 125kHz	[短波] 13.56MHz	[マイクロ波] 2.45GHz
方式	電磁誘導方式		マイクロ波方式
通信距離	0~100cm	0~60cm	0~150cm
通信速度	1~8kbps	26~428kbps	30~100kbps
タグの小型化	長さ数mm程度	長さ数cm程度	長さ数cm程度
タグの薄型化	困難(1~2mm程度)	容易(0.5mm程度)	容易(0.5mm程度)
周辺環境ノイズ	×	○	◎
背面金属の影響	◎	○	×
水の影響	◎	○	×
国際標準規格	ISO 18000-2	ISO 15693, ISO 18000-3	ISO 18000-4

[優れているものから順に、◎>○>△>×]

いことである。他方で、欠点は、タグのコイルの巻き数が多く必要なので、薄型が実現できないこと、そして、タグのチップ外部に同調用コンデンサ等が必要であり、多い巻き数のコイルが必要なために、コストの低減が難しいこと、また、長波帯は CRT や PC、蛍光灯などの一般電気機器等からの周辺環境ノイズの影響を受けやすいことである。

### 2.3 タグの読取システム

図 2 に無線タグの読み取りのための基本システムを示す。システムは、読み取りのためのアンテナ部、読み取りのコントローラで構成され、読み取られた各種情報は、コンピュータに送られる。通常、一つのアンテナに対して、一つのコントローラを対応させている。コントローラのアンテナ部から放射された電磁界をタグ部のアンテナが受けると、電磁誘導によりタグに電流が誘起される。この電流によって、ID チップの電子回路が駆動され、データの読み出し、またはデータの書き込み更新が行われる。したがって、コントローラ部のアンテナの指向性は、無線タグのデータの安定した情報交換を行う上で重要である。図 2 に示したシステムは、オムロン社の製品例であるが、安定した通信を行なうモードと多少不安定でも遠方まで通信できるモードの二つを持ち、切り替えることができる。より小さな ID チップを駆動するためには、できるだけ安定した電力を供給し、チップからの微弱な信号を確実に受信する工夫が必要である。コントローラ部のアンテナの付近の磁束密度の分布を実測した結果の一例を図 3 に示す。この測定結果から、アンテナ中央部を中心として、半径約 10cm のコイルが巻かれていることがわかる。またこのアンテナを用いた無線 ID チップの通信可能距離を、実際に通信して求めたのが、図 4 である。コントローラのアンテナの装荷してある面と垂直方向に強い指向性が出ていることがわかる。もちろん、この通信距離は、無線 ID チップ側のコイルの向きにも関係するが、無線 ID チップとの通信には、 $1 \times 10^{-5} \text{T}$  程度の磁束密度が必要となる。

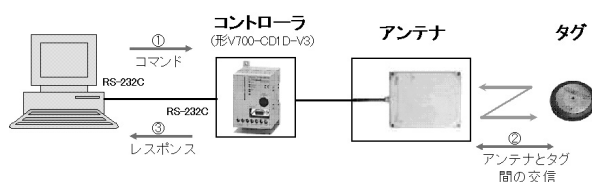


図 2 RDID コントロールシステム（アンテナが一つの場合）

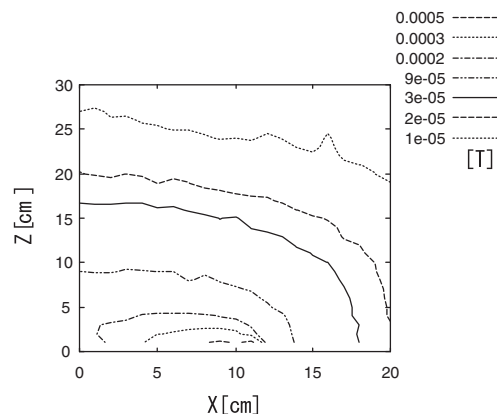


図 3 アンテナ近傍の磁束密度分布（距離優先モード）

図 5 はアンテナを二つ装着したシステムの例であり、二つ以上のアンテナを組み合わせることによって、読み取ったタグの空間的な位置情報を得ることができる。例えば、ドアの前後のように異なる場所に設置した読み取り装置からの情報を解析することにより、空間的及び時間的なタグの移動情報を得ることができる。

現在実際に無線 ID タグを使った入出力管理に用いるためのタグに入力する情報の検討、タグ情報を敏速に転送し、管理するデータベース構築法の検討、異なる位置で収集したタグ情報をネットワークを介して集中管理するためのプロトコル等の研究を進めている。本研究テーマは、2004 年度も継続した共同研究として採用されているので、こうした成果については、順次発表していく予定である。

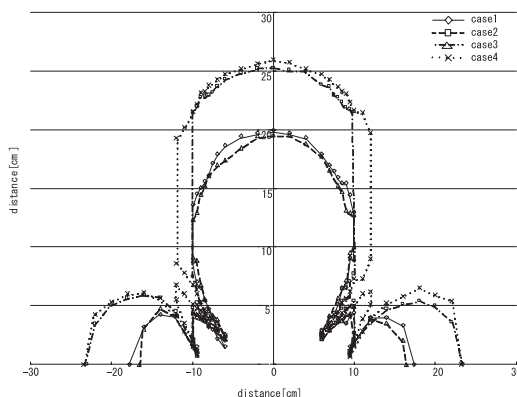


図 4 アンテナと垂直断面内における通信領域（距離優先モード）

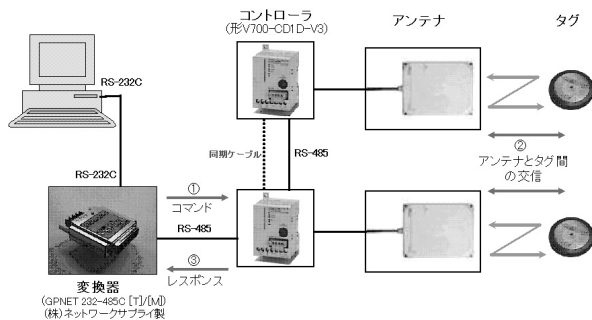


図5 RDID コントロールシステム（アンテナが二つの場合）

## 謝辞

本研究は、中央大学 理工学研究所 2003 年度共同研究の援助を受けて行われた。また本研究を進めるにあたり、本学理工学研究科 電気電子情報通信工学専攻 松井祐介 君，松下 傑 君の協力を得た。ここに記し，謝意を表する。

## 参考文献

- [1] (社) 電子情報技術産業協会〔JEITA〕：“資源循環社会におけるネットワークセンシング調査研究報告書 I,” センサ技術委員会 報告書概要, 01-基-8 ,  
<http://it.jeita.or.jp/eltech/report/2001/01-ki-08.html>.
- [2] 安藤繁: “資源循環社会実現のためのネットワークセンシング技術,” 計測自動制御学会論文集, 2001。
- [3] (株) 東芝 カード・データキャリア事業推進部: “無線タグシステムの手引き”。
- [4] 流通システム開発センター: “RFID(無線タグ),” RETAILTECH JAPAN ,  
[http://www.shopbiz.jp/contents/news\\_RT/51\\_095.phtml](http://www.shopbiz.jp/contents/news_RT/51_095.phtml).
- [5] リード・ビジネス・インフォメーション (株): “13.56MHz 帯を使う無線 RFID システム, 電波法改正で通信距離 25cm 程度が利用可能に,” EDN Japan ,  
[http://www.ednJapan.com/Lnews/2002/07/10JEITA\\_RFID.html](http://www.ednJapan.com/Lnews/2002/07/10JEITA_RFID.html).
- [6] (社) 日本自動認識システム協会: “RFID タグの方式別市場規模,” RFID の基礎知識 ,  
[http://www.aimJapan.or.jp/bkindex/rfid/RFID\\_web/kiso/index.html](http://www.aimJapan.or.jp/bkindex/rfid/RFID_web/kiso/index.html).
- [7] OMRON(株) カード事業推進室: “電磁誘導方式 RFID システム 形 V700 シリーズ ユーザーズマニュアル,” 2001。
- [8] (社) 日本自動認識システム協会〔JAISA〕: “これでわか

った RFID –Radio frequency identification–,” オーム社, 2003.

- [9] 寺浦 信之: “RF タグの開発と応用 –無線 IC チップの未来–,” シーエムシー出版, 2003。