

図書館システムにおける RFID技術の適用

Application of RFID Technology in a Library System

辻 雅寛
Masahiro Tsuji

概要

RFIDとは無線通信を使用した識別の技術であり、物品管理や情報収集を行うための情報読取技術の1つとして急速に活用され始めている。図書館システムにRFID技術を用いると、従来のバーコードリーダーを使用した情報の読み取りでは不可能であった複数情報への同時アクセスや障害物を介しての読み取りが可能となるため、読取作業を容易にし、作業時間を短縮できた。しかし、情報の記録媒体であるICカードやICタグとの交信精度は、読取機器の設置場所や周囲の環境条件によって大きく左右されるため、その導入を成功させるにはICカードやICタグとの安定した無線交信環境を適切に構築することが必須となっている。本稿では、RFID技術を用いた図書館システムの構築を通して得られた経験に基づき、その概要と安定した交信環境を構築するためのノウハウについて述べる。

1. はじめに

物品管理やトレーサビリティのための道具としてICタグの利用が実用の段階へと入ってきた。ICタグとは、荷札や商品ラベルといったタグの中にICチップとアンテナを埋め込んだものであり、無線技術を利用し離れた場所からICの情報を読み取ることができるものである。バーコードでは別々にデータを読み取っていたが、ICタグでは一度に読み取れるようになった。

今回、図書館システムの構築において、RFID技術(Radio Frequency Identification、無線通信を使う識別技術)を使用した非接触型ICカードとICタグを図書の貸出・返却業務や蔵書点検業務に適用した。図書館システムの構築を通して得られた経験やノウハウに基づき、RFID技術の特徴と導入事例について論述する。

2. RFIDとは

RFIDについて社団法人日本自動認識システム協会では次のように定義している。

カード状またはタグ状の媒体に、電波を用いてデータを記録または読み出しを行い、アンテナを介して通信を行う認識方法。

また、RFIDシステムの機能的特長として次の5点を挙げている。

- (1) 非接触でデータの読み出し(Read) & 書き換え(Write)が可能
- (2) 電波・電磁波で交信するため、汚れ、ほこり等の影響を受けにくい
- (3) 障害物を介して、データの交信が可能(金属等を除く)
- (4) アンチコリジョン機能搭載により、複数のタグとの同時アクセスが可能

(5) 専用プロトコル&CRCなどの通信チェック機能による高信頼性交信を実現

具体的には、ICカードやICタグと呼ばれる情報を記憶しておく記憶媒体と、その媒体から情報を読み取ったり書き込んだりするリーダーライター装置を使用し、無線通信技術を用いて情報を伝達している。

RFIDの媒体として使用されているICカードとICタグ、その媒体と情報を受け渡ししているリーダーライターの概要とそれらの特徴について、最初に説明する。

2.1 ICカードとは

ICカードとは、キャッシュカード大のプラスチック製カードにICチップを埋め込み、情報を記録できるようにしたカードである。応用例として、JR東日本が導入しているSuicaなどがある。

ICカードは、その構造上の違いから、接触型と非接触型に分けられる。

接触型はICチップとリーダーライターが接触する形で情報が受け渡される。カードにはICチップが埋め込まれているが、情報の受け渡しのための端子がカードの表面に出ている構造となっている。

一方、非接触型はリーダーライターの上をICカードが通過するだけで情報の受け渡しが可能である。ICチップはカードの中に埋め込まれており、カードの外観からはICチップが入っているか分からなくなっている。ICチップに繋がったアンテナを介して電波により情報を受け渡している。

RFIDのICカードとして使用しているものは、非接触型のカードである。

2.2 ICカードの特徴

RFIDのカードとして使用されているICカードの特徴は以下の通りである。

- 多くの情報を記録することができる。
- 認証キーコードが設定された環境でのみ利用することができるため、情報のセキュリティを高めることが可能である。
- 情報を読み取るだけでなく、書き込むことも可能である。
- 非接触型ICカードの場合は、カードは財布や名刺入れ等に入れたままでも情報を読み取る事が可能である。
- 磁気カードと比較して1枚の単価が高価である。

以上の特徴、特に認証キーコードによりセキュリティを確保

できるため、システム間で個人情報を受け渡しする媒体として使用すると効果がある。

表1 図書館システムで使用したICカードの仕様

項目	仕様
メモリー容量	624バイト
動作周波数	13.56 MHz
通信速度	106 Kbps

2.3 ICタグとは

ICタグとは、商品等に貼られていた荷札にICチップとアンテナが埋め込まれたものであり、現在では商品の中身や出荷先を管理する物流システム等で主に使われている。ICタグも非接触型のICカードと同様に無線で情報を受け渡している。

2.4 ICタグの特徴

ICタグの特徴は以下の通りである。

- 多くの情報を記録することができる。
- 情報を読み取るだけでなく、書き込むことも可能である。
- 無線通信であるため、物の中やリーダーライターから離れていても読み取ることが可能である。
- 従来のバーコードと違い一度に複数のICタグを読み取ることが可能である。
- 従来のバーコードと比較すると大きく1枚の単価が高価である。
- 金属のアンテナが折れ易いという構造上の課題がある。

無線を使用して離れた場所にあるICタグの情報を読み取る長所を利用した情報の収集システムも考えられている。また、今回使用したICタグの仕様は、表2に示す通りであり、磁気や携帯電話の電波と干渉することもなく、人体にも無害となっている。

表2 図書館システムで使用したICタグの仕様

項目	仕様
メモリー容量	ユーザーエリア：2Kバイト システムエリア：128ビット
動作周波数	13.56 MHz
通信速度	106 Kbps

2.5 リーダーライターとは

リーダーライターとは、ICカードやICタグに埋め込まれたICチップから情報を読み取ったり書き込んだりするための装

置である。また、アンチコリジョン機能により電磁波の届く範囲であれば、複数のICカードやICタグから情報を同時に読み込むことも可能である。

2.6 リーダーライターの特徴

リーダーライターの特徴は以下の通りである。

- 記憶媒体と接触していなくても情報を読み書きすることが可能である。
- 無線の届く範囲であれば一度に複数の情報を読み取ることが可能である。
- ICタグの電磁誘導を起こすために電波を出している。

3. 図書館システムの概要

図書館システムでは、図書館員の方が行っていた業務である利用者や書籍の登録・管理、書籍の貸出や返却といった窓口業務を行えるものである。また、書籍の所在を確認する蔵書点検作業にも対応し、書籍が所定の棚に存在しているか否かの状況確認も行えるようになってきている。

以降の節では、RFID技術を適用した図書館システムについて、当該業務の概要とその中でのRFIDの使われ方について説明する。

3.1 利用者登録業務

図書館では、初めての利用者には利用者登録申請書に氏名や

住所、連絡先等を記入してもらい、その情報を図書館システムの利用者登録画面で登録する。図書館職員は利用者番号を記録した利用者カードを利用者に渡す。

今回構築したシステムでは、利用者カードにクレジットカードとして世界に広く普及しているMIFARE対応ISO/IEC 14443タイプA準拠のICカードを採用した。個人情報のセキュリティを検討した結果、ICカードには利用者の氏名や住所、連絡先等は記録しておらず、ICカードからは利用者番号のみを読み取っている。

3.2 貸出・返却業務

図書館窓口での書籍の貸出や返却処理もRFIDに対応したシステムとなっている。

書籍の貸出手続きを行う場合、バーコードを用いていた従来のシステムでは、最初に利用者カードのバーコードを読み取り、次に書籍1冊ごとにバーコードを読み取っていた。今回構築したシステムではICタグを用いることにより、書籍をアンテナの上に積み重ねキーボードのキーを押すだけで、利用者カードと書籍に貼り付けたICタグの情報を一度に読み取ることが可能となった。

書籍のICタグを読み取る場合、以下の課題がある。薄い書籍をICタグ用アンテナの上に一箇所に積み重ねると読み取られない書籍が出てくる可能性があることが分かった。このような場合、書籍を積み重ねる際には、数冊ずつに分けて積み重ねたり、重ねた書籍を少しずつずらしたりして読み取り精度を向上

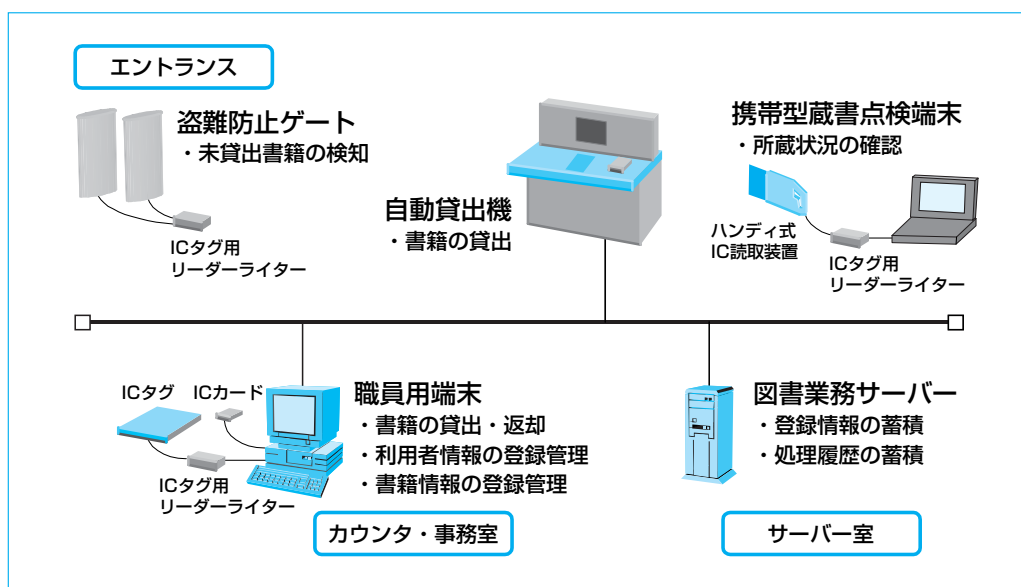


図1 システム構成の概要

させている。

また、読み取ったタグの数と貸出する書籍の数が異なる場合がある。このような場合、読取冊数を表示すると共に、どの書籍が読み取られていないか確認することとしている。

3.3 貸出業務の自動化

利用者が図書館で書籍を借りる場合は通常は窓口にて書籍と利用者カードを提示して貸出手続きを行う。今回構築したシステムでは自動貸出機も導入し、利用者が自分で書籍の貸出手続きを行えるようにした。自動貸出により職員の負荷が軽減され、体や目の不自由な方への宅配・郵送貸出、利用者からの相談に応じるレファレンス業務など図書館利用者へのサービス向上に時間を使うことができるようになった。

従来のバーコードを使用したシステムにおいても、書籍の自動貸出機は存在していた。しかし、利用者カードや書籍のバーコードを順番に読み取らせるため、利用者にとって煩雑な作業が必要であった。今回ICタグを導入したシステムでは、利用者カードと書籍を所定の場所に置き、画面の指示に従って貸出ボタンを押すだけで貸出手続きを完了させることが可能となった。

システム構築上の留意点として、ICタグを全て読み取れなかった場合への対応策や禁帯出等の貸し出しできない書籍、また利用者が延滞資料を持っている場合や予約した書籍がある場合等は、窓口まで来てもらうようなメッセージを表示するように工夫している諸点を掲げることができる。

3.4 所蔵登録業務

図書館で書籍を貸し出すためには、購入した書籍に関する情報をシステムに登録する必要がある。登録内容としては、書籍のタイトルや著者、出版社といった書誌と呼ばれる情報と、図書館での分類として設定する請求記号や1冊毎の書籍を管理するための資料コード、図書館のどの棚に配置するかといった所蔵場所情報等から構成される。

今回、構築したシステムでは、書籍1冊毎にICタグを貼り付けており、ICタグには書誌情報および資料コードを記録している。

3.5 蔵書点検業務

図書館では蔵書点検という図書の所蔵状況を確認する作業を行っている。この作業は、図書館で管理している所蔵状況情報

と実物の所在が合っているか否かを確認している。従来のバーコードを用いた図書館システムでは、書籍を1冊ずつ携帯型蔵書点検端末でバーコードを読み取り、読み込んだデータをサーバーで管理している蔵書管理情報と突き合わせて所蔵状況を確認していた。ICタグを用いたシステムでは棚に並んだ書籍の前をハンディ式のIC読取装置を移動させるだけで棚に並んでいる書籍の情報を読み取ることが可能となった。

蔵書点検業務では、書架に並んだ書籍のICタグをそのまま読み取るため、金属製の書架の場合は書架の金属面に接した書籍は取り出して読み取ったり、書架と書籍の間にハンディ式読み取り機のアンテナを差し込んだりしてタグの情報を読み取る必要がある。また薄い書籍が並んだ場合も書籍と書籍の間にアンテナを差し込み読み取る等の注意が必要である。

3.6 システム構成

RFIDのシステム構成は大きく分けて2種類があり、オフライン構成とオンライン構成がある。オフライン構成とは、ICタグのリーダーライターと情報を読み取るためのアンテナが接続されただけの構成である。一方、オンライン構成とは、オフライン構成に上位機器としてコンピュータが存在する構成で、RFID機器を制御したり、RFID機器で読み取った情報を収集・管理したりする際に使用するシステム構成である（図2参照）。

今回構築した図書館システムでは、オフライン構成とオンライン構成の両方を使用している。

オフライン構成として構築したシステムとして、図書館の入口に設置した書籍の盗難防止ゲートがあり、図書館システムで貸出手続きが行われていない書籍を館外へ持ち出そうとした場

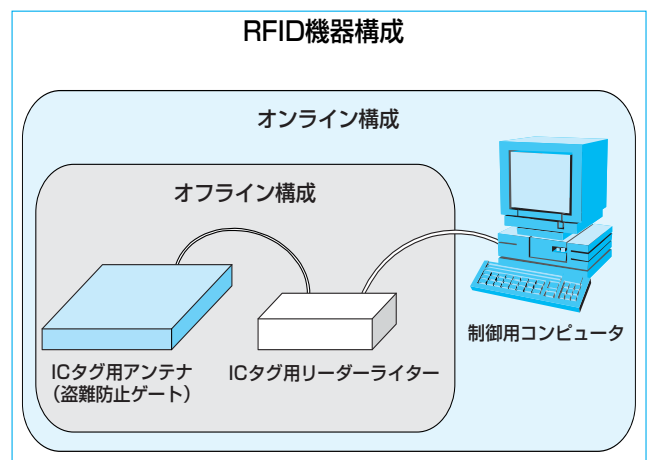


図2 RFIDの機器構成

合にゲートの上部が点滅しブザーが鳴るといったものである。この場合、盗難防止ゲートがアンテナの役割を担っており、ゲートの付近を通った書籍のICタグ情報のうち貸出フラグが立っていない書籍が通過した際に検知する仕組みとなっている。読み取った情報の処理やゲートを反応させる制御は、ゲートに接続したICタグのリーダーライターが行っている。

盗難防止ゲート以外の機器は、全てオンライン構成のシステムとして構築しており、制御用コンピュータにてリーダーライターを制御し、ICタグの情報の読み取りや書き込みを行っている。

4. RFID機器の導入とその留意点について

ICタグ用のアンテナは電波を飛ばして情報を受け渡しているため、電波を遮ったり減衰させたりする物は排除する必要がある。また電波はアンテナに近い場所では強く、離れるにしたがって弱くなるため、読取精度を高めるためにはICタグを極力アンテナに近くなるようにアンテナを設置する必要がある。

4.1 ICタグ読取アンテナの設置場所に関する留意点

ICタグ用の読取アンテナを金属製の机の上に直接置いたり、金属製の棚の横に置いたりした場合に、全く機能しなくなったり、電波の届く範囲が狭くなったりすることがある。また電波はアンテナの上や横だけでなく、アンテナの下にも同様に出ているため下の方にも金属製のものを置かないようにすることが必要である。

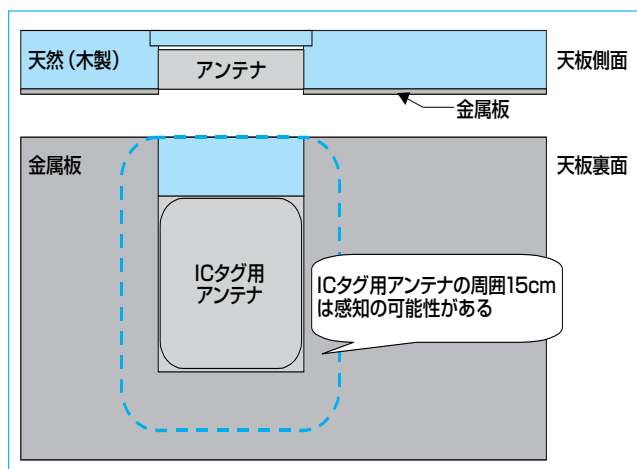


図3 非感知領域の工事例

アンテナの横に物を置くスペースを作るには、机の天板にアンテナを埋め込み、アンテナ周囲の天板の裏に鉄板を貼る必要がある。これは電波が左右にも約40cm出ているためである。金属板の厚みや材質に特に決まりは無く、電気を通しやすいものであればよい。貼り方としては、アンテナ周囲を全て囲む形（口の字形）ではなく、コの字型もしくは非感知領域側だけとする（図3参照）。

（口の字形で鉄板を貼ると電波の流れを止めてしまうため感知範囲が狭くなり、読取精度が低下してしまう。）

4.2 盗難防止ゲートの設置に関する留意点

盗難防止ゲートとは、図書館の入口付近に設置し書籍の貸出処理等の持出可能状態か否かを調べるためのオフラインシステムであり、ゲート(アンテナ)とリーダーライターで構成される。

ゲートは2枚で1組の1通路が基本となり、2通路の場合は中央に1枚と左右に2枚の3枚構成となる。ゲートは1個のリーダーライターに接続され、ゲートの間を通過するICタグの情報を読み取り、タグ内に記録されている盗難防止用のEASフラグがONかOFFを調べ、ON(持出不可)の書籍が通過した際に検知する仕組みである。

なお、今回は、コンピュータと連携したオンラインシステムを構築するまでには至っていない。このオンラインシステムを構築することにより、ゲートを通過した書籍の情報を読み取り記録ができるようになる。今後の機能拡張性の一つと挙げることができる。

設置に伴う留意点としては、通路の幅は最大で90cmとなり、それ以上通路の幅を広げると通路の中心部分に電波の届かない非感知エリアができてしまう。またゲートから出る電波は、ゲートの通路側だけでなく反対側にも出ているため、通路の外側にタグが来ないように周辺的环境にも注意する必要がある。

4.3 電源に関する留意点

RFID関連の機器を設置する場合、機器が電気を取るコンセントの電源は安定している必要がある。電圧が上がったり下がったりと変動が大きい場合はICからの読み取りに失敗したり、IC内の情報更新が正しく行われなかったりといった現象が発生するためである。今回構築したシステムでは、アースを取り、無停電電源装置(UPS: Uninterruptible Power Supply)を導入し、電源の安定を図った。

5. ICカードや ICタグを使用する際の留意点について

5.1 構造に関する留意点

ICカードや ICタグは、チップとアンテナが接続された構造となっている。

ICに記憶された情報は、チップのアンテナを通じてリーダーライターに接続されたアンテナの間でやり取りされている。そのため、ICカードや ICタグのアンテナが折れると情報の読み取りが出来なくなってしまう。現在の ICの製造技術では壊れにくいアンテナを製造するのは困難であるため、カードの材質を硬いプラスチックにしたり、タグの場合は書籍の曲がりにくい場所に貼ったりと、使用する環境に注意することでアンテナが壊れないようにすることが必要である。

5.2 通信に関する留意点

情報の読み取りは、アンテナ同士の通信となるため他のアンテナと重なる範囲が多くなるほど読み取り精度が低下してしまう。実際の環境下では、タグとタグの間隔が2cm以内でタグの重なりが2/3以上となる場合に読み取り精度が低下した(図4参照)。

書籍にタグを貼る場合として、書籍の表紙の素材に特殊なカーボン素材や金属性のコーティングが施されていた場合には、タグ自体を認識できなくなるためタグを貼る位置の材質にも注意が必要である。

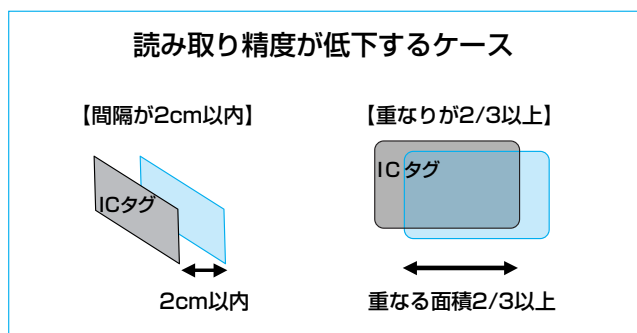


図4 読み取り精度が低下するケース

書籍にタグを貼る場合には、読み取り時にタグの重なりが少なくなるようにページの上下左右に分散するように貼り付けている。また、読み取る際も、リーダーライターの上に置く置き方として、単純に書籍を積み上げるのではなく少しずつずらしたり、冊数が多い場合は1つに積み重ねずに2つや3つに分けて積み上げたりと読取精度を高める工夫を行っている。

6. おわりに

図書館業務にRFIDを適用することにより、貸出・返却手続きの迅速化や自動貸出化等に大きく貢献した。しかし、実際の図書館業務に適用した結果、以下の課題があることが判明した。

- (1) 現状のICカードやICタグでは、タグそのもののアンテナの構造や個体毎の品質が読み取り精度に大きく影響している。ICタグは名刺サイズにまで小型化されたが、それでも文庫本のように小さな物にタグを貼り付けるとなると積み重ねた際にタグの重なる面積が大きくなるため読み取り精度が1/2程度にまで低下することもあり得る。
- (2) 金属製のアンテナをICチップと接続しているため、アンテナがチップから外れたり折れたりして読めなくなるものが出てきている。

図書館業務における読み取り精度は、実際の貸出業務では約90%である。既述したように書籍の置き方を工夫することにより、読み取り精度を100%にしている。

今後技術的な進展により、タグはより小型化と耐久性の向上が実現することになる。今回、図書館システムにおいて、獲得したノウハウを基に、地域情報化における様々な分野や業務へRFID技術を活用すべく提案していきたい。

参考文献

- (1) NTTデータ・ユビキタス研究会: “ICタグって何だ?”, カットシステム, (2003)
- (2) オムロン: “IC図書館機器 導入にあたって”, オムロン RFID プロジェクト, (2003)



辻 雅寛

Masahiro Tsuji

- ・行政システム事業本部 公共システム部
- ・図書館システムを始めとする公共機関向けシステムの導入・保守に従事