

(論文)

## RFIDを用いた医療教育用人体模型の開発

大 武 信 之

## キーワード

無線ICタグ RFID 医学教育 教育用教材

## 1. はじめに

RFID (Radio Frequency IDentification : 電波による個体識別の略) は、ID情報を埋め込んだRFタグから、電波や電磁界などを用いて、近距離 (周波数帯により数cm ~ 数m) の無線通信により情報をやり取りするもので、近距離無線通信の技術全般を指すものである。従来のRFタグは、複数の電子素子が乗った回路基板で構成されていたが、近年、小さなワンチップのIC (集積回路) で実現できるようになり、ICタグと呼ばれている。一般にRFIDは、ICタグの中でも特にパッシブ型 (2.1節) のICタグのみを指して用いられることが多い。非接触ICカードも、RFIDと同様の技術で、広義のRFIDの一種に含まれる。非接触ICカードは乗車カード (PASMO、Suica、ICOCA、PiTaPa等) や、電子マネー (Edy、iD等)、セキュリティーロックや身分証などの認証目的など様々な用途に用いられており、日本ではFeliCa (FelicityとCardの組み合わせ造語 : SONYの登録商標) が広範に使用されている。RFIDは狭義的には、タグとリーダ (読取装置) との間の無線通信技術で、その技術応用として、タグを様々な物や人に取り付け、それらの位置や動きをリアルタイムで認証・把握するというアプリケーション・システムやプログラムへの実用化に用いられている。この応用は、実世界のオブジェクトを、デジタルの仮想世界と結びつけて認識や操作ができるようになるという点が、社会的に様々な波及効果を与えられられる。本研究では、RFIDを用いて、教育目的に医療用の人体模型の開発を行った。

## 2. ICタグ

ICタグには、パッシブ型タグ (受動タグ)、アクティブ型タグ (能動タグ)、双方を組み合わせたセミアクティブ型タグ (起動能動タグ) の3種類があり、電波の伝達方式では、電磁誘導方式と電波方式に分けられる。

## 2.1 パッシブ型タグ

パッシブ型のタグは、リーダ (読取装置) からの電波をエネルギー源として動作するRFタグで、

電池を内蔵したり、外部電源を接続する必要がない。タグのアンテナは、リーダからの電波の一部を反射するが、ID情報はこの反射波に乗せて返される。反射波の強度は非常に小さいため、アクティブ型タグに比べてパッシブ型タグの受信距離は比較的短くなるが、安価にできること、ほぼ恒久的に作動することから、今後の普及の本命と目されている。リーダ側は、比較的強めの電波を供給し、タグからの非常に微弱な反射波を受信・解読する必要がある。またパッシブ型タグは、ICそのものにアンテナが埋め込まれている場合が多く、通信可能距離は数cm程度に制限される。通信距離を伸ばすには、ICの外部にアンテナを取り付けることが必須となる。

現在、RFIDに期待が高まっているのは、このパッシブ型タグが非常に安価（10円以下）に生産できる見込みが出てきたためである。本研究では、パッシブ型タグが電池を内蔵する必要が無い点と、安価な価格でシステムに組み込める利点を生かし開発に応用（4節）した。

## 2.2 アクティブ型タグ

アクティブ型のタグは、電池（電源）を内蔵したタグである。通信時に自らの電力で電波を発するため、通信距離がパッシブ型タグに比べ長く取れる（およそ1～100m）。またセンサーと接続して、自発的にその変化を通知することができるので、センサーネットワークとしての用途が期待されている。さらにアクティブ型タグは、内蔵する電池の容量により、通信回数を削減する方法が取り入れられ、定期的な自己通信型と、待受通信型と分けられる。前者はタグに内蔵する時計などにより、一定時間ごとに通信を行い、それ以外の時間帯は休止し、電力の消費を抑えるものである。後者は、通信の起動を自ら行わないもので、呼出しを待つものや、タグ自身に備わったスイッチなどの情報で通信を開始するものがある。

## 2.3 セミアクティブ型タグ

セミアクティブ型のタグは、電池を内蔵するアクティブ型タグの機能を有するが、上位システムへの通信起動をパッシブ型の方式で起動する。市民マラソンなどの参加者に、このセミアクティブ型タグを使用し、スタートやゴールラインで長波帯の電磁誘導で起動をかけ、タグがUHF帯の電波等で各選手の情報を高速でアップロードすることで、参加者それぞれのタイムなどの計測に利用する例がある。

## 2.4 伝達方式

電磁誘導方式は、タグのコイルとリーダのアンテナコイルを磁束結合させて、エネルギー信号を伝達する方式である。電波方式に比べて、エネルギーを効率的に伝達できるので、開発が進んでいる。FeliCaはこの方式で、130～135kHz、13.56MHzで採用されている。パッシブ型タグの通信可能距離は最大でも1m程度である。一方、電波方式は、タグのアンテナとリーダのアンテナで電波をやり取りし、エネルギー信号を伝達する方式である。電波を空間に放射して伝達するので、電磁誘導方式に比べて、より遠くのタグと通信が可能になるが、タグが受け取れるエネルギーがきわめて微弱であるため、パッシブ型タグは、最近になってようやく実用化されている。周波数は433MHz、900MHz帯、2.45GHzで、この方式が採用されている。通信可能距離はパッシブ型タグで3～5mで、アクティブ型タグは、出力電力さえ許せば数km程度も通信可能である。

アンテナで伝達するという点で電磁誘導方式と電波方式に基本的な違いはないが、この違いは、電波の波長とアンテナ間の距離で決まる。波長に対して距離が長ければ、空中を伝搬する電波として伝達され、短ければ空間放射されるよりも前に電界・磁界の変化が他方のアンテナに伝わる。本

研究では、この電波の波長とアンテナ間の距離で決まる通信範囲を利用し、開発に応用している。

## 2.5 バーコードとの相違

RFタグは、バーコードと対比されることが多い。一見何が違うのか分かりにくいですが、一番の違いは、読み取り範囲が広い点と通信可能な点にある。バーコードは、バーコードリーダが読める位置に意図的に持ってこなければ読めないが、RFタグでは、読み取り範囲が広く、また読み取れる方向も自由度が大きいため、おおまかな位置決めで読むことができ、読み取り作業が省力化される。また、一度に多くのRFタグが読めることも違いに挙げられ、数10ミリ秒～数100ミリ秒で1つのRFタグを読むことができる。また、多くのタグが密集して配置されていても、それぞれを見分ける技術（衝突回避）が開発されているため、タグが多少重なっていても読み取りが可能で、これも作業の省力化につながる。さらに、書き込みが可能な点は決定的な違いで、バーコードは印刷物で変更できないが、RFタグは書き込みが可能なものがある。使用過程の利用に応じた情報を書き込むことで、新たな利用方法が期待できる。バーコードは通信を行えないが、RFタグは種類により通信距離の違いはあるものの、見えなくても読める特徴がある。RFタグが目に見えない隠れた位置にあっても、タグ表面がホコリや泥などで汚れていても読み取り可能である。このため、バーコードよりも用途は広い。

## 3. ミューチップ

本研究では、日立製作所が製造販売している無線ICタグであるミューチップを用いた。ICタグは、外部と無線交信するためのアンテナが必要で、JR東日本で使われているSuicaは、13.65MHzの製品で蚊取り線香状のアンテナが取り付けられているが、ミューチップは2.45GHzを使っているため、アンテナはストライプ型になっている。ミューチップと外部アンテナから構成されたものをインレット [写真1] と呼んでいる。ミューチップの中身は128bitの再生専用メモリで、一意となる番号が、製造工程中に全て書き込まれている。書き込まれた番号は書き換えが行えない128bitの単純な番号（整数値）で、文字列が書き込まれているものではない。識別は、2の128乗、つまり10の38乗の組み合わせである整数値で区別される。

これまでデータキャリアはバーコードに代表されるように、商品にラベルなどのシートが付けられ、それをリーダで読むが、ミューチップはマイクロ波を使い無線で読み取る。0.4mm角のタグは、メモリ部以外は受信回路になっており、受けたマイクロ波を電流に変換し128bitのメモリを全て読み出す。それを受信回路で電波にして送り返し、データの授受を行っている。ミューチップの特徴は以下の通りである。

1. ミューチップはROMで、データ更新は行えない。（改ざん不可）
2. 0.4mm角に数十センチ飛ばす無線機能がある。
3. 紙の中に透け込めるLSIである。

3

ミューチップと通信を行うにはリーダが必要で、本開発では携帯端末HP製PDA（HP hx4700）に、ミューチップ専用の読取機であるカード型CFリーダ（日立HA-1223）を装着した物をリーダ [写真2] として使用した。

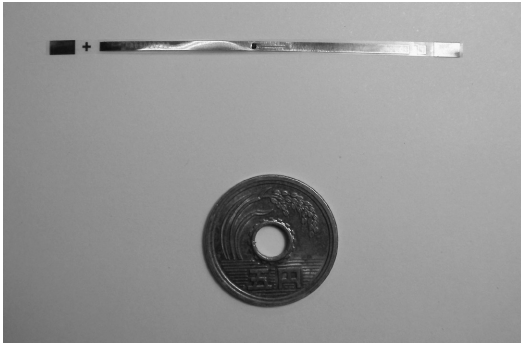


写真1：インレット（下：5円玉）



写真2：リーダ（左：読取機、右：PDA）

## 4. 医療教育用人体模型

### 4.1 人体模型

人体の部位を確認するアプリケーションとして、本研究では鍼灸で使われるツボを対象にした。東洋医学の分野である鍼灸を学ぶには、ツボの学習は必須である。ツボは経穴と呼ばれ全部で361あり、学習者は、気の流れる道筋とされる14の経絡と合わせてツボを学ぶ。ツボの学習には、解剖学を修めた上で、骨格・筋肉・腱の位置関係と構造を基礎知識として、ツボの位置を学ぶ。ツボ学習を支援する教材として、いくつかの経穴人形が市販されている。体長60cmの小ぶりの物から、成人男性と等身大の商品もある。経穴人形のサイズの大小はあれ、市販されている経穴人形の全てが、人形（マネキン）の表面に突起や凹点を付け、ツボに見立てた人体模型を使用している。しかし、鍼灸で学ぶ実際のツボは突起物でもなく、皮膚上にあるものでもない。立体以外の教材は、単に平面に人体図を描いたものや、シート上の人体図にバーコードを埋め込んだ教材がある。教科書では、模型や人形では分かりにくいいため、実際にヒト（成人）の皮膚上にマークを付け、ツボの位置を明示した書籍 [1] もある。

理想的なツボの学習方法は、指導者と学習者が1対1で実際のツボ位置を学ぶ方法が良いが、講義・実習では、指導者に対し複数の学生、あるいは学生同士、または個人学習となる。指導者に代わり、人体を模したモデルで、自学自習できる安価なツボ学習用モデルが提供でき、鍼灸は盲学校で教育されることもあるので視覚障害者も使えるものが提供できれば、学習効率が上がる。マネキンの硬質な模型とは異なり、骨と弾力のある人工筋肉から成る模型を用いれば、より実物に近い実感が得られ、人工筋肉に埋め込んだ無線ICタグ（RFID）をツボに見立てると、触れても存在が分からないため、より本物に近いツボ模型の実現が可能である。

人体模型は、強化プラスチック製の骨と、弾力のある樹脂（Exseal社型番05-1200）を筋肉 [写真3]、皮膚（同00-1200）の下に無線ICタグを埋め込み試作した。ツボ位置は、長い歴史の中で、日本・中国・韓国において、同じ名称のツボ位置がずれている現状を踏まえ、ツボ位置統一の標準化作業が、世界保健機関（WHO）で進められてきた。日本は14世紀の中国の古典「十四経發揮」を基に、中国は、それ以前の書物を根拠にし、韓国も独自のツボ位置を定めているため、2003年から3ヶ国代表が、中国の古典「鍼灸甲乙経」（西暦280年頃）等を参考に検討し、これまで異なっていた3ヶ国のツボ位置の合意を2006年に得た。本モデルでは、合意されたツボ位置を採用している。



写真3：弾力のある筋肉（ICタグ埋込済）



写真4：リーダー表示

#### 4.2 読取装置

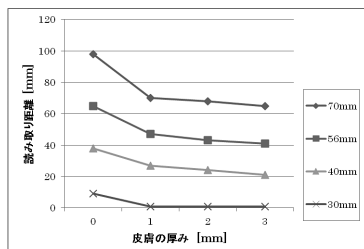
人体模型に埋め込まれたミューチップと通信する読取装置は、PDA（HP hx4700）にカード型CFリーダ（日立HA-1223）を付けたもの〔写真2、4〕で、読取装置の管理にはパソコンをホストにし、クレードル接続したものをを用いた。PDAでの開発環境は以下の通りである。

1. OS           Microsoft Windows Mobile 2003 Second Edition Software for Pocket PC
2. .NET        Microsoft .NET Framework 1.1 SP3
3. 開発環境   Microsoft Visual Studio .NET 2003
4. 開発言語   Microsoft Visual Basic .NET 2003
5. 支援環境   Hitachi  $\mu$ -Chip Manage Extension Module for PDA (01-00)

#### 4.3 読取実験

ミューチップ自体は0.4mm角の微細なICで、128bitの固有識別IDを持ち、外部アンテナに接合し、ラミネートされた非常に薄いフィルム状の印刷アンテナインレット〔写真1〕である。ツボに見立てたミューチップ（動作周波数2.45GHz）の読取を、遠方から読取可能としては学習の意味が無い。読取機〔写真2、4〕を正確なツボ位置に指定しない限り、検出しないようにする工夫が必要である。従って、身体の部位読取は読取距離を極力短くし、正しい位置に近づけない限り反応しないように設定しなければならない。

一般の無線ICタグの読取は、読取装置を近づけることなく、より遠方より読取可能にすることが求められるが、本開発では正確な部位を指定された場合のみ反応する仕組みでないという意味がない。今回使用したインレットは、ミューチップにアンテナを取り付けたもので、アンテナ全長が20mm以下では読取不可能なものである。アンテナの長さを調整することで、読み取り可能距離が決まるため、30、40、56、70mmの4種を、人工皮下0、1、2、3mmに埋め込み、読取可能な距離を求めた。グラフ1の読取実験結果において、全長30mmのインレットは、皮膚が無い状態（皮膚の厚み0mm）では10mm離してもリーダで読み取り可能だが、厚みが1、2、3mmの皮膚下では、リーダを直接人工皮膚に付けた（読み取り距離0mm）状態で、読み取りができたことを意味する。本開発では、正確な部位の指定が求められるため、インレットを皮膚に埋め込んだ状態で認識できるアンテナの長さと同埋め込む深さを調整し、リーダを皮膚に接触した場合に識別できるように人体模型を作製した。



グラフ1：インレット長（4種）の違いによる皮膚厚と読み取り可能距離

#### 4.4 表示装置

初期データの設定と、ツボ読取後の表示はパソコンで行い、初期データのPDA側へのデータ転送はクレードル経由で行う。PDA側からの読取情報は、無線LAN経由でパソコン側へ読取IDを転送し、結果を表示する形を取った。ホスト側パソコンは、Microsoft Windows XP Pro (SP2) を用いた。PDAを読取装置とし、パソコンを表示装置としたのは、PDAには全盲が使用する際に必要とされる画面読み上げソフトが無いため、パソコン側では画面の読み上げが可能で全盲も確認できるため、将来PDA読取装置を表示部の無いペン型に置き換えるためである。ただし、現状ではPDA単体でも確認のため読み取り情報を表示可能 [写真4] としている。パソコン側の表示として、メイン画面概略と読取情報表示画面例は図1・2の通りである。

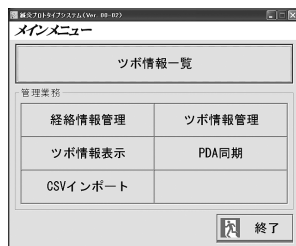


図1：メインメニュー（PC画面）

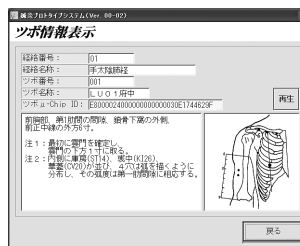


図2：ツボ読取情報（PC画面）

#### 4.5 動作概要

気の流れとされる経絡は14個あり、ツボと呼ばれる経穴は361個ある。これらデータ数は変更がないため、経絡・経穴データ（名称、位置情報、学習に必要な文字情報、画像情報、中国語読み（発音）による音声情報、ミューチップID情報）はパソコン側で管理し、PDA側はこれらのデータをインポートして使用する。鍼灸では常用漢字にない漢字を使用するため、経絡・経穴の名称に関するデータはUnicode（Unicode Translation Format-8）で作成したCSVファイルを用いる。パソコン側には、経絡・経穴の名称ファイル（csv）と、各経穴の説明文用のツボ情報ファイル（Shift-JISテキスト文）、部位を示す画像ファイル（bmp）、経穴の中国語読み音声ファイル（wav）を用意し、データ取込後の内部形式はXMLで管理される。PDA側には、経絡・経穴の名称データとミューチップID情報が対応した紐付け情報のみがクレードル経由で転送され、チップとの紐付け作業 [図3、4] は事前にパソコン側で行う。人体模型に埋め込まれミューチップIDが、どのツボに対応するかを決めるため、読取前にツボを指定し、CFリーダで読み取ったミューチップIDを指定したツボ名称とし、PDA側に残すと共に、リーダでツボが指定された際には同データをパソコン側に無線LAN経由で転

送する。PDA側で紐付されたデータが、リーダ読み取り時に逆転送されてきた情報で、パソコン側ではツボ情報ファイル（テキスト文）、画像ファイル（部位を示す図）、音声ファイル（中国語による読み）を、パソコン [図2] 側に表示し確認をとる。これにより、学習者は正しいツボ位置や名称などの確認が行える。



図3：経絡情報管理（PC画面）



図4：経穴（ツボ）情報管理（PC画面）

#### 4.6 ツボ読み取り

前節4.5での紐付作業は管理者の設定で、ユーザである学習者が使用する以前に、初期値設定として行う。本モデルのユーザは、ツボ位置を触れただけでは分からない弾力のある肉感を持った人体模型に対して、ツボ位置であろう皮膚上に読取装置をあてることで、ツボ位置の確認を行う。人体模型に埋め込まれたミューチップが、読取装置（PDAに装着したCFリーダ）で読み取っている状態が写真4である。読取装置であるPDA画面にツボ名称が表示され、パソコンにも経絡番号、ツボ番号、ミューチップID等が示され、これら2つの表示はユーザにとっては重複した情報で、パソコンとPAD双方の表示は冗長であるが、現在は開発段階にあるため確認のため表示してある。本システムでは、パソコンとPDA両方にツボデータの表示装置として使用しているが、パソコンとPDAが接続されていない状態でも、PDAのみの単独使用も可能である。将来的には読取機であるPDAは、ペン型のような表示部のない単なる読取装置としての機能のみとする計画である。また、スクリーン読み上げでは、日本語OSがプラットフォームで中国語の読み（発音）には対応できないため、中国語読み専用の再生ボタンを設けてある。パソコンでの開発環境は以下の通りである。なお、PDAの開発環境と合わせるため、パソコン側の開発環境は最新の版にはなっていない。

1. OS                    Microsoft Windows XP Professional SP2
2. NET                   Microsoft .NET Framework 1.1 SP1
3. 開発環境            Microsoft Visual Studio .NET 2003
4. 開発言語            Microsoft Visual Basic .NET 2003

今回開発した教育目的の医療用人体模型は、読取機に特定のPDAを使用したか、一般的な応用もできる参考図書 [2] も出版されている。今回示したシステムは、PAD用とパソコン用の2つのアプリケーションを組み合わせるものであるが、ペン型の読取機で、USBやBluetoothでデータ交換・通信を行えるものがあれば、アプリケーションの開発はパソコン側のみで可能である。あるいはプラットフォームとしているパソコンを、iPadやAndroidなどの携帯端末に置き換えて行うことも可能である。

7

## 5. 期待される用途

RFIDの技術を使うと、今まで考えられなかったようなことが可能になると期待されている。本研究では、教育目的に医療用人体模型の開発を行ったが、他分野でも応用が可能である。

サプライチェーン・マネジメント（SCM：Supply Chain Management）では、工場で生産した段階で製品にタグを貼り付け、その後の配送ルートで物品の動きを追跡できる。例えば、コンビニエンスストアで商品の売買高に応じて、工場での生産数量を調整できる。あるいは、倉庫の在庫が実時間で把握できるため、配送する場合の生産合理化が図れる。現状でも、バーコードにより実現されているシステムであるが、RFIDの技術を使うことによりIDの読み取りが自動化され、人間がバーコードリーダを操作するという手間がなくなり、効率アップが期待できる。

書き込み可能なRFタグでは、物品の流通過程で、その物がどこを通過して、どういう加工をされて、どこに出荷されたか、といった履歴情報を、移動、加工の都度、記録すること（トレーサビリティ）が実現できる。これにより、例えばBSE問題で事件となった牛肉の産地や生産者・賞味期限を記した管理ができる。また微細なサイズを利用し、商品に埋め込むことで、ブランド品の真贋判定をより確実にできる。同様の利用方法であるが、図書館やビデオライブラリーなど、物品が大量にあり、それを管理する必要がある場所での利用が期待できる。いつ、どこで、だれが、その物品をどこへ移動させたかを自動的に認識できるようになる可能性がある。図書館の貸出、返却を自動化したシステムは、一部ですでに実用化されている。また、ホテル従業員や宅配便スタッフなどの外見を偽装することにより怪しまれることなく客室や個人宅の敷地内に立ち入ることができるような効力を有する制服に対し、耐水性・耐薬品性に優れた洗濯可能なRFタグを縫い付けることによって、不正な成りすましや紛失・盗難・横流しの防止を図るといった使い方もされ始めている。

近年、位置情報を利用したアプリケーション・ソフトウェアが様々な場で使われ始めているが、プレゼンス管理という形で、人が今どこに居るのかという情報の応用も可能となる。人がRFタグを常時携帯することにより、今は会議室、今は本人の机、今は外出中、といった情報を、瞬時に把握できるようになる。さらに、読取機であるリーダ（センサー）を様々な場所に取り付けて、そこから包括的な全体情報を抽出して、意味のあるデータを得ようというデータマイニング、コンテキストウェアネスにも利用可能となる。

## 6. 課題

今後に向け、本開発で示した事例だけではなく、様々な分野でRFIDの利用を普及するためには、種々の問題を克服しなければならない。今回使用したミューチップの価格は、10円台であったが、出荷ロット単位は100万個で、1個10円としても製品にするためにはICチップだけで1,000万円以上を必要とする。リーダと応用ソフトを含めると、システム全体の費用はかなりのものになるため、流通用途に大量に使用するためには、タグの価格を低く抑える必要がある。実際の運用を考えると、ICチップ1個の価格は1円以下が望ましいと思われる。

- 8 実際には製品に組み込むには、従来のバーコードと同じく、単品毎にRFタグを付加しなくてはいけない。単品毎にタグを付加するのではなく、コンテナ、パレット、あるいはケース単位にタグを付加する場合もある。メーカーで製造される時点で付加されるソースタギング、または自前で付加するインスタタギングの工程が必要となる。コスト低減を行うには自動化の実施は必然となり、それに対応する機械の開発・普及が望まれる。

RFIDのシステムで誤解されやすい点が、RFタグ自体に、様々な情報（例えばトレーサビリティ情報）が保存されているのではないかという疑義があるが、実際にタグの記録情報はおおむね個体を



識別する情報のみである。本来参照したい情報については、個々の識別情報に対応したデータベースを構築し、これを参照することで得られるものである。本開発も、ツボ特有のデータベースを構築し作成したもので、データがツボ数361個と極めて少なかったため容易に実現できた。データ数の大小に関係なく、この紐付け作業は、現在広く使用されているバーコードシステムと同様で、有機的なデータベースシステムとの連動が必要である。例えば、今後RFタグを利用して食品のトレーサビリティ情報を一般に公開していくとすれば、そのIDから紐付きデータを引くためのデータベースシステムが、今以上に重要になる。また、RFタグの情報と、データベース情報の紐付けは、ユーザ側からは全く見えない部分であることから、その信憑性についてどのように保証するかという点も重要になる。現状でも、大規模なデータベースを構築するには、多大な費用と労力を要するが、それ以上のものを低価格でいかに信頼性を高く作るかが課題である。

最近ではRFタグに搭載される記憶素子の容量と機能（読み書き等）は増加傾向にあり、トレーサビリティ情報が直接記載されるケースもあるため、それらを不正に組み込まれた場合は個人情報の漏洩にもつながる。このプライバシー保護の問題と関わる点として、RFタグの付いたバッグを持ち歩く場合や、身にまとった衣服で、その人が所有している商品価格が周辺に判ってしまう。PASMOやSuicaなどのRFIDカードをポケットに入れている場合、リーダを持って近づけば個人情報を所有者に知られずに取得できるため、個人情報の入手が容易である。所持品が紛失した場合は所在を調べるのに役立つが、個人が持ち歩けばその個人の行動経路も第三者に知られてしまう。意図的に個人や物品にタグを付けて商業的なりサーチを行う場合、悪意を持ってそのタグを関係のない物に付けると精度の低いデータとなってしまう。IDと商品情報がリンクされているデータベースが漏洩することも起こり得る。

これらの問題に対して総務省は2004年6月に「電子タグに関するプライバシー保護ガイドライン」を作成し、「タグ内に個人情報を含む場合には個人情報等が、消費者が気付かないうちに、望まない形で読み取られる等のおそれ」があることを指摘（URL [3]）、運用上の注意を公表している。本ガイドラインに従い、プライバシー保護に留意を払う必要がある。RFタグは微細で電波も弱いが、短距離無線機器と見なされ、一般無線機器と同様の規制を受ける。電波法令に従うだけでなく、人体の防護、植込み型心臓ペースメーカーを含む医用電子機器への影響、EMC（Electro Magnetic Compatibility：電磁両立性）規格などに注意しなければならないため、電波の影響を考慮した上で、物理的な影響と法制度の両面で配慮することが求められる。

## 7. まとめ

今回試作した医療教育用人体模型は、鍼灸で学ぶツボを題材に試作したもので、従来のマネキン型の市販製品より弾力があり、ツボ位置も外見から分からないため、実際のヒトに近いものが提供できた。しかし、試作した鍼灸用のツボ人体模型は、RFIDタグにアンテナが付いたもので、読取方向に制限があった。アンテナ型をタブレット型（動作周波数13.56MHz）にし、容易に読取可能なものとするを計画している。読取装置も、携帯端末であるPDAから、ペン型に変更すれば、実際のハリの使用感覚に近づけることができ、使い勝手も良くなる。

システム開発にあたり、無償でミューチップの提供を頂いた日立製作所ならびに日立システムズ、また人体模型の作製にあたりご協力頂いた共立模型製作所（大田区）に感謝致します。

## 参考文献

[1] 山下詢 2002「カラーアトラス取穴法」医歯薬出。

[2] 西村泰洋 2006 「RFID+ICタグシステム導入・構築」翔泳社

[3] <http://www.meti.go.jp/policy/consumer/press/0005294/index.html> (2013年1月アクセス)

(受理 平成25年1月16日)