特集論文

ハンズフリー入退室管理システム

星野一郎*
大橋岳洋*
近藤純司**

Handsfree Access Control System for Entering and Leaving Room

Ichiro Hoshino, Takehiro Ohashi, Junji Kondo

要　旨

三菱統合ビルセキュリティシステム“MELSAFETY-G”に対応する新しい個人認証端末としてハンズフリー認証装置を開発，2010年11月から販売開始した。

この製品は車両用キーレスエントリー（スマートキー）の無線通信タグの技術を利用し，“ハンズフリー（手ぶら認証）”を実現した。ポケットやストラップにタグを身につけた利用者が扉に近づくだけで特別な操作をしなくても個人認証・入退室（扉の通行制御）が可能である。手荷物などで両手がふさがった状態でも認証できるので，工場やクリーンルーム，病院，福祉施設などでの利用に適している。また，様々な運用シーンを想定し，ハンズフリーモード以外にセンサモード，ボタンモードの３つの動作モードを持つことも一つの特長である。

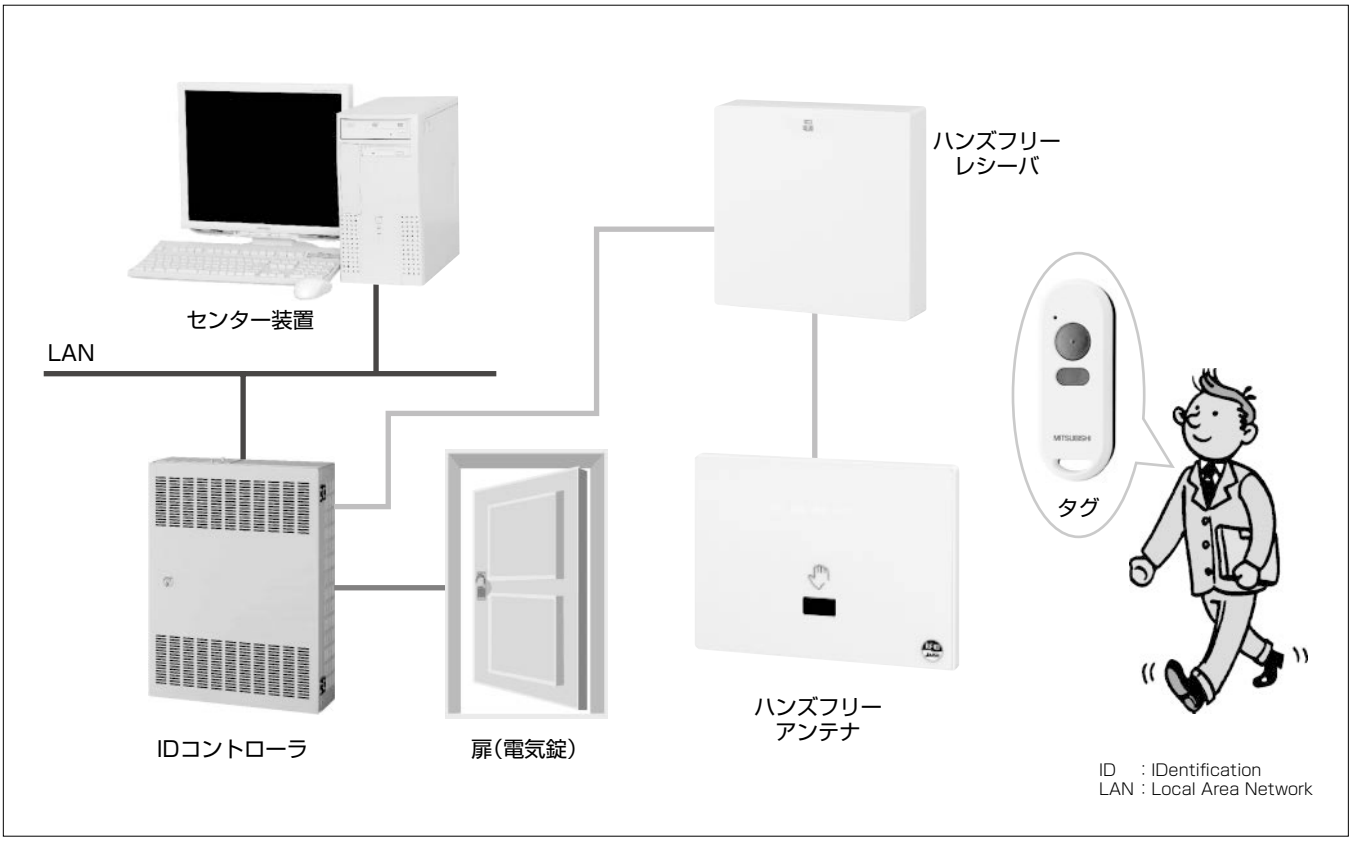
ハードウェアは，以下の機器で構成している。

・ハンズフリータグ
・ハンズフリーアンテナ
・ハンズフリーレシーバ

各機器がLF（Low Frequency）電波（135KHz）及びUHF（Ultra High Frequency）電波（315MHz）の無線通信をすることで個人認証（タグの認証）を行っている。

一方，ソフトウェアでは，認証プロトコルを工夫することによって以下の２点を実現した。

・タグ検知範囲内における複数利用者の同時認証
・タグの応答抑制による電池の長寿命化



ハンズフリー入退室管理システムの構成

タグを携帯した利用者がハンズフリーアンテナの半径2m以内に近づくとタグが自動的に起動し，固有ID番号をレシーバへ送信する。送信されたID番号をIDコントローラで個人認証し，照合OKであれば扉（電気錠）を解錠する。センター装置ではタグのID番号登録や通行履歴を確認することができる。

*稲沢製作所　**先端技術総合研究所

1. まえがき

近年の犯罪情勢や社会環境の変化に対して，個人情報保護法や内部統制（日本版SOX（Sarbanes-OXley））法など法規制強化が進んでいる。また企業のコンプライアンス意識も向上してきている。このような背景からセキュリティシステムは必要な設備との認識が定着化してきており，オフィスビルだけでなく工場，病院，学校などへのセキュリティシステムの導入も進んでいる。

三菱電機では三菱統合ビルセキュリティシステム“MELSAFETY-G”を販売している。この製品は主にセンター装置，電気錠コントローラ，個人認証端末で構成しており，この個人認証端末として非接触カードリーダー，指紋認証装置をラインアップしてきた。今回，これに加わる新しい個人認証端末としてハンズフリー認証装置を開発，2010年11月から販売開始した。この装置は車両用キーレスエントリー（スマートキー）の無線通信タグの技術を利用し，このタグを携帯することで特別な操作をしなくても個人認証・入退室（扉の通行制御）が可能である。

本稿では，ハンズフリー入退室管理システムの特長について述べる。

2. システム機能

2.1 ハンズフリー認証装置

この装置の最大の特長は“ハンズフリー（手ぶら認証）”にある。ポケットやストラップでタグを身につけた利用者が扉に近づくだけで個人認証し，扉を解錠する。手荷物などで両手がふさがった状態でも認証できるので，例えば，工場や倉庫など両手で台車を押して通る場所や，食品工場のように衛生的な面でカードの利用が好ましくない場所，防塵（ぼうじん）服を着用していてカードの取り出せないクリーンルーム，車椅子利用者など通常の高さに設置されたカードリーダーに手が届かない人の多い病院や福祉施設などでの利用にも適している。**図1**にハンズフリー認証による入退出のイメージを示す。

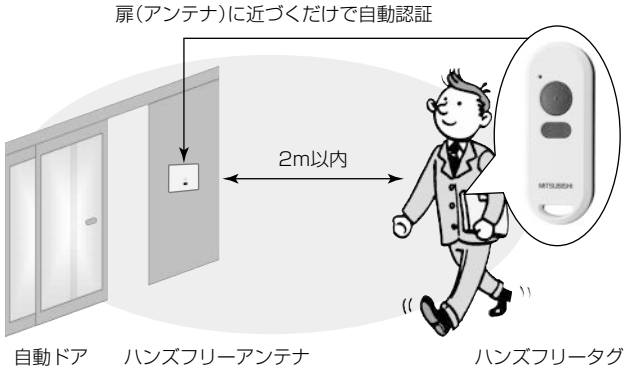


図1．ハンズフリー認証による入退室

表1．各モードと操作方法

モード	操作方法（入退室方法）
ハンズフリーモード	ハンズフリーアンテナに近づく
センサモード	ハンズフリーアンテナに手をかざす
ボタンモード	ハンズフリータグのボタンを押す

この仕組みは扉付近に設置したアンテナが半径約2mのLF電波（135KHz）を送出し，球状のタグ検知範囲を形成することからなる。このLF電波をタグが受信することによって起動，固有ID番号をUHF電波（315MHz）で応答することで個人認証する。なお，タグ検知範囲内に限りCPU（Central Processing Unit）起動・通信処理を行い，通常はスリープ（待機状態）を保持するセミアクティブ方式とすることでタグの電池寿命にも配慮している。

2.2 3つの動作モード

ハンズフリー入退室管理システムでは様々な運用シーンを想定して，次の3つの動作モードに対応している（**表1**）。また，動作モードは扉ごとに設定・運用することができる。

(1) ハンズフリーモード

アンテナが形成するタグ検知範囲（最大2m）にタグを携帯した利用者が近づくと自動的に個人認証し，扉を解錠する。最も利便性を優先したモードである。

(2) センサモード

タグを携帯した利用者がアンテナのセンサ部に意思確認として手をかざすとタグを個人認証し，扉を解錠する。サーバルームや工場のクリーンルームに有効である。

(3) ボタンモード

タグを携帯した利用者がアンテナ付近でタグの解錠ボタンを押すと個人認証し，扉を解錠する。車椅子などに乗った状態で入室したい場合に有効である。

2.3 利用者の同時認証

先に述べたハンズフリーモードで利用者は特別な操作を行わないため，複数の利用者が同時にタグの検知範囲内へ到達することが考えられる。このような場合にも利用者（タグ）を取り逃がすことなく，かつ応答性能を確保できるよう最大4つのタグを同時に認証可能な通信方式を採用した。

2.4 スタンドアロンタイプ

荷物の搬入口など1～2扉に限定してハンズフリーによる入退室管理を導入したいというニーズがある。このような場合のため，電気錠コントローラとハンズフリー認証装置だけで構成する低価格なスタンドアロンタイプもラインアップした。

3. ハードウェア

図2にハンズフリー入退室管理システムのハードウェア構成を示す。

3.1　ハンズフリータグ

ハンズフリータグは，無線通信を行うアンテナ，解錠操作や警備切り換え操作に使用する２つのボタン，ボタンの操作に連動して点灯するLED(Light Emitting Diode)，及びそれらハードウェアを制御する制御回路で構成している。電源には，コイン型リチウム電池(CR2032)を使用する。また，携帯性を考慮し，外形は手に馴染(なじ)むラウンドフォルムとし，ネックストラップ用リングを備え，生活防水構造としつつ，外形厚は10mmとしている。ハンズフリータグの機器仕様を**表２**に示す。

3.2　ハンズフリーアンテナ

ハンズフリーアンテナは，LF電波の送信アンテナ，解錠操作に使用する手かざしセンサ，システム状態を示すLEDとブザー，及びそれらハードウェアを制御する制御回路で構成している。なお，LF電波の送信制御は，ハンズフリーレシーバ内蔵のスマートリーダーで行う。電源は，ハンズフリーレシーバから供給される。ハンズフリーアンテナの機器仕様を**表３**に示す。

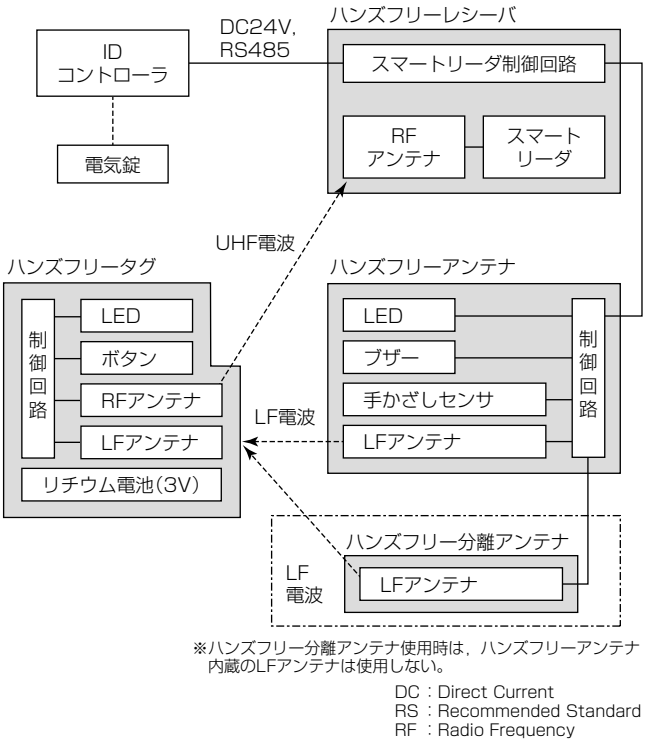


図２．ハンズフリー入退室管理システムのハードウェア構成

表２．ハンズフリータグの機器仕様

項目	仕様
電波法区分	微弱無線局
送信周波数	315MHz
送信速度	４kbps
送信距離	最大７m
電池寿命	約２年
ボタン寿命	５万回
質量	25g
環境条件	温度：－10～50℃，湿度：35～80%RH
電池交換	マイナスドライバーで交換可能

タグ検出距離は，LFアンテナ電流制限回路を切り換えることで，中距離(0.8～１m)や短距離(約0.5m)設定も可能である。

なお，ハンズフリーアンテナをドアノブ近くに設置困難でタグ検出距離が不足する場合は，小型でドア上部などにも設置可能なハンズフリー分離アンテナを併設することで，改善を図ることも可能である。ハンズフリー分離アンテナの機器仕様を**表４**に示す。

3.3　ハンズフリーレシーバ

ハンズフリーレシーバは，UHF電波の受信アンテナ，LF電波送信制御とUHF電波受信制御を行うスマートリーダー，スマートリーダーとハンズフリーアンテナやIDコントローラとの通信を制御するスマートリーダー制御回路で構成している。電源は，上位装置であるIDコントローラから供給される。ハンズフリーレシーバの機器仕様を**表５**に示す。

4.　ソフトウェア

4.1　複数同時認証

入退室管理システムは，ビル，工場，病院など様々な場所に導入される。大規模なビルに導入された場合，利用者の数は数万人に達する場合もある。また，ハンズフリー入退室管理システムでは，ハンズフリーアンテナから半径２m以内の利用者について認証を行うため，例えばタグを持った複数の人がタグ検知範囲に近づいた際に，複数のタグを認証する必要がある。このことから，

表３．ハンズフリーアンテナの機器仕様

項目	仕様
電波法区分	微弱無線局
送信周波数	135kHz
送信速度	1.4～2.4kbps
タグ検知距離	最大２m
質量	260g
環境条件	温度：－10～40℃，湿度：35～80%RH

表４．ハンズフリー分離アンテナの機器仕様

項目	仕様
電波法区分	微弱無線局
送信周波数	135kHz
送信速度	1.4～2.4kbps
タグ検知距離	最大２m
外形サイズ	W145×H33×D21.5(mm)
質量	100g
環境条件	温度：－10～45℃，湿度：35～90%RH 防滴性能あり

表５．ハンズフリーレシーバの機器仕様

項目	仕様
質量	600g
環境条件	温度：0～40℃，湿度：35～80%RH

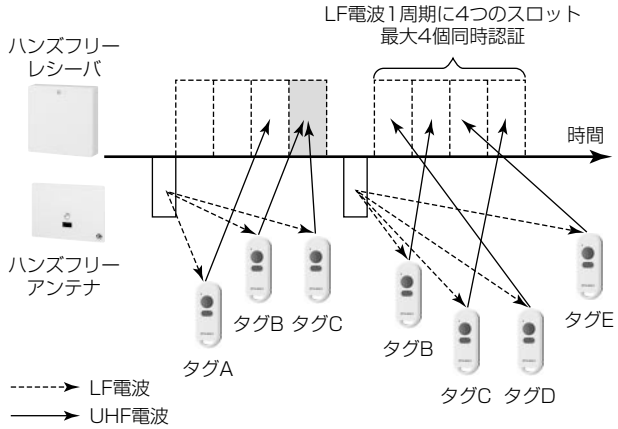


図3．複数同時認証プロトコル

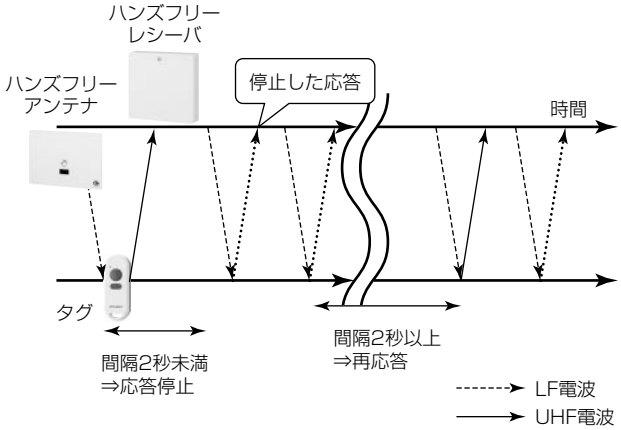


図4．タグの送信抑制プロトコル

(1) 数万個以上のタグを登録可能
(2) 任意の複数個のタグを漏れなく認証可能

の2つの条件を満たす認証プロトコルとして，各タグが応答するタイミングを乱数で決定するSlotted ALOHA方式のプロトコルを採用している。**図3**を用いて，このプロトコルを述べる。

ハンズフリーアンテナから送信されるLF電波をタグが受信すると，UHF電波をタグが応答し，これをハンズフリーレシーバが受信して，個人認証を行う。スロットと呼ばれる時間の区切りが，LF電波1周期(250ms)に対して4つ用意され，タグが応答するスロットを乱数によって決定する。タグAのように，どちらのタグともスロットが一致しない場合は，レシーバーによる受信が成立し，認証が行われる。一方，網掛けのスロットに示すように，複数のタグが一致したスロットを選択して応答した場合は，レシーバーが受信を失敗する場合がある。このような場合は，次のLF電波を受信した際に再度乱数によってスロットを選択し，再応答することによって漏れなく認証を行う。スロットは4つ用意しているため，最大で4個のタグの同時認証が可能である。また，3バイト以上の固有ID情報を持つため，1,000万個以上のタグを登録可能としている。

4.2 応答抑制

ハンズフリーモードでの動作時には，接近するタグを常時検知するために，ハンズフリーアンテナは定期的にLF電波を送信し続けている。そのため，タグ検知範囲内に人が滞留すると，LF電波の受信とUHF電波の応答を繰り返すことになり，タグの電池寿命を短くする原因となる。そこで今回，タグ検知範囲内での人の滞留を検知し，RF電波応答回数を抑制するプロトコルを開発した。開発したプロトコルを，**図4**を用いて述べる。

LF電波には，アンテナID情報と送信時刻情報を含めて送信を行う。タグはLF電波受信時にアンテナID情報を確認し，直前に受信したLF電波と一致しなければUHF電波の応答を行う。アンテナID情報が一致した場合も，直前に受信した時刻と現在受信した時刻を比較し，次の条件で，再応答する。

(1) 間隔が2秒以上であればUHF電波を再応答
(2) 間隔が2秒未満であればUHF電波を応答停止

LF電波は250msの周期で定期送信しており，2秒以内であれば連続して受信している状態であるためUHF電波応答を抑制する。一方，2秒以上であれば，一度タグ検知範囲(扉の近辺)をタグが離脱していると想定されるため，再度認証することによって扉を解錠する。この応答抑制プロトコルの適用によって，タグの電池の30%長寿命化を達成した。

5. むすび

三菱統合ビルセキュリティシステム“MELSAFETY-G”の認証装置であるハンズフリー入退室管理システムについて述べた。このシステムの投入によって工場やクリーンルーム，病院など，今まで導入を見送らざるを得なかった場所へのシステム導入を促進することができる。今後は車両ゲートやエレベーターとの連携などハンズフリータグを用いたセキュリティソリューションをさらに広げていく予定である。