

# RFID による老人介護福祉施設の 出入管理に関する研究

下博之<sup>†</sup>, 保本晃伸<sup>†</sup>, 成清勝博<sup>††</sup>, 松島勇雄<sup>††</sup>

本研究は RFID システムにより検知される ID 情報を使用して, 老人介護福祉施設の出入管理を行うことを目的とする. 老人介護福祉施設では, 痴ほう性患者が夜間に無断外出あるいは徘徊することで患者が危険にさらされるという施設管理上の問題がある. 夜間は当直者が施設管理を行っているがほとんどの施設では 1 名当直体制である. しかし, 出入口は複数あるため問題解決は簡単ではない.

本研究は RFID システムを導入して, 施設の出入管理を行うための一手法を提案する. 現段階では, RFID システムは無線を使用しているため, 電波伝搬の特性を調査して初期導入のために必要とする資料を得ることを目的とする.

実際の出入管理には冗長なセンサを利用してより患者の正確な出入を検出することが必要である.

## Research the Access control of in-out in Welfare Facility With RFID

HIROFUMI SIMO<sup>†</sup> YASUMOTO AKINOBU<sup>†</sup>  
KATSUHIRO NARIKIYO<sup>††</sup> ISAO MATSUSHIMA<sup>††</sup>

The purpose of this study was carried out by the ID information that detected by the RFID system, for access control in the aged care facilities. In these facilities, facility management issues without permission to go out at night to prowl, that have a risk of dementia patients. There are person to be on duty alone at night, the problem solving is not easy, because several entrances of the facilities.

This study proposes a method for performing an access control facilities by RFID system. Because RFID uses radio, at this stage, for the purpose of obtaining information needed for initial deployment to investigate the characteristics of radio propagation.

### 1. はじめに

老人介護福祉施設(以下, 施設という.)では, 夜間の痴ほう性患者等の徘徊問題をかかえている. ほとんどの施設では夜間当直者 1 名であるにもかかわらず, 複数の出入口を有しており, 従来は防犯カメラあるいはアナログの無線器による出入管理を行ってきた. しかしながら, 痴ほう性患者等の無断外出(以下, 離棟という)の抑止に関する決定的な解決策が現在のところない状況である. 人的負荷のかからない IT 機器による効率的な施設の出入管理が望まれる.

本研究の目標は, IT 機器の複合により離棟を抑止あるいは防止を行うことを目的とする. 第 1 段階として RFID (Radio Frequency Identification「電波による個体識別」の略)による実用化に向けての有効性を確認する. そのためには, RFID で使用している電波特性を実験的に明らかにして, RFID システムの設置するために必要な要素を確認, ならびに不確定要素を少なくすることが必要である. そのため, 本論は RFID システムの IC タグから発信する無線電波がリーダに届く電波強度を計測する実験を行った.

実験は施設の出入口に近い状況を想定して, 校舎内の出入口で行った. その出入口付近には, 廊下であり, さまざまな電波障害を起こす可能性のある障害物の影響を受ける場所でもある. RFID システムの電波伝搬特性を調査することにより施設に導入する際に役立つ資料を得ることが出来ると考える.

ID の識別はデジタル時代の社会基盤の一端を形成している. 従来, 価値の交換には対面と書類などのより本人確認とその資格が確認されてきた. デジタル時代ではオンラインショッピングに代表されるように, ID 確認の上に価値の交換を行うことの正当性がほぼ確立された状況である. 本研究では, RFID による本人確認した上で, 出入することが時間, またはその場所が有効であるかどうかについて判断するものである. さらに無効である場合には必要な箇所にその情報を提供することにより, 無効な出入の抑止, あるいは出入を防止することである.

異なった観点から, ID 確認により, 許可された行動, あるいは行為が正当であるかどうかをチェックする場合があると考えられる.

### 2. RFIDの概要

RFIDは, 1948 年 Harry stockmanの研究により始まったといわれている1). 1980 年頃にはRFIDシステムにより, 商品識別あるいは管理技術の応用に向けて検討された. 離れたところから, または移動体が電波により相手を識別することにより, とるべき行動に判断材料とするための情報取得技術である. 2000 年頃には, RFIDの個体識別はユビキタスコンピューティングの実現に必要な要素として期待された. しかしながら, 個体識別は, 個人情報との兼ね合いのため個人の同意を前提として, または個人

情報保護に抵触しない範囲内で行わなければならない。

### (1) RFIDの仕組み

RFIDシステムは、RFIDタグ（以下、ICタグという。）とRFIDリーダ（以下、リーダという。）からなる。ICタグには次のような3つの種類がある。①パッシブICタグ、②アクティブICタグ、③セミアクティブICタグである。①パッシブICタグは、リーダからの電波をアンテナで受信して、その受信した電波のエネルギーにより電波を送出するタイプである。数cm程度の通信距離に利用できる。②アクティブICタグは、電池を内蔵しており、一定の時間間隔に電波を発信するタイプである。数十mの通信距離が可能となる。③セミアクティブICタグは、電池を内蔵するが、外部のトリガにより、アクティブ方式で発信する。

### (2) 従来のID識別機器との比較

個体識別の適用分野としては、バーコード（2次元バーコードを含む）が広く使われていた。RFIDシステムによる個体識別する方法とバーコードによる個体識別を比較すると、RFIDシステムのメリットとしては①通信データ量が多い、②データの書き込みができる、③複数の同時読み取りが可能、である。一方、デメリットはシステムの価格が高いことである。

現状では、ICタグの価格が数百倍から数千倍の価格である。RFIDシステムが普及するためには、コストが障害となっている。高付加価値が見込める利用分野への適用を考える必要がある。コストに見合ったRFIDの高付加価値が発揮される利用分野は十分にあると考える。

### (3) ID識別機器としての適用分野

RFIDシステムの適用分野は既に十分普及している。その分野は多岐にわたっている。いずれもパッシブICタグであるが、通信放送分野（携帯電話、デジタル放送(B-cas)）、決済手段（ICクレジットカード、ICキャッシュカード）、電子マネー、交通料金の課金（日本の鉄道、バス、高速道路）、行政（住民基本台帳）、IDカード（社員カード、学生カード、商店街カード、アミューズメントのチケット）、セキュリティなどである。安全性の確保のため暗号化機能も付加しており、短時間で正確な個体識別が実現できている。

### (4) アクティブICタグの適用分野

パッシブICタグの普及に比べ、アクティブICタグの普及はそれ程進んでいない。コストが高く、そのコストにも合う適用分野を模索しているということもできよう。アクティブICタグの特徴である通信距離が大きいたより遠距離からの、また動体からの認識が可能である。また、遠距離通信とセンサ機能を持ったセンサネットワークの利用も有望である。

## 3. RFIDシステムによる老人介護福祉施設の出入管理

RFIDシステムを利用して、老人介護福祉施設の出入管理を行う。RFIDシステムはICタグからの発信電波をリーダにより受信してIDを識別することができる。

RFIDシステムによりID識別をするための適切な受信条件を次のように決定した。①対象とする領域で受信できない点が無いこと、②対象とする狭い領域（出入口付近）で受信可能なこと、を評価の基準とする。

建物内にはさまざまな電波伝搬の損失をもたらす電波障害物がある。電波が電波障害物によって減衰すれば受信不可となる可能性がある。受信すべき場所における受信不可となる状況を実験的に把握する。

RFIDシステムを基幹として老人介護福祉施設の出入管理を行う概念図を図1に

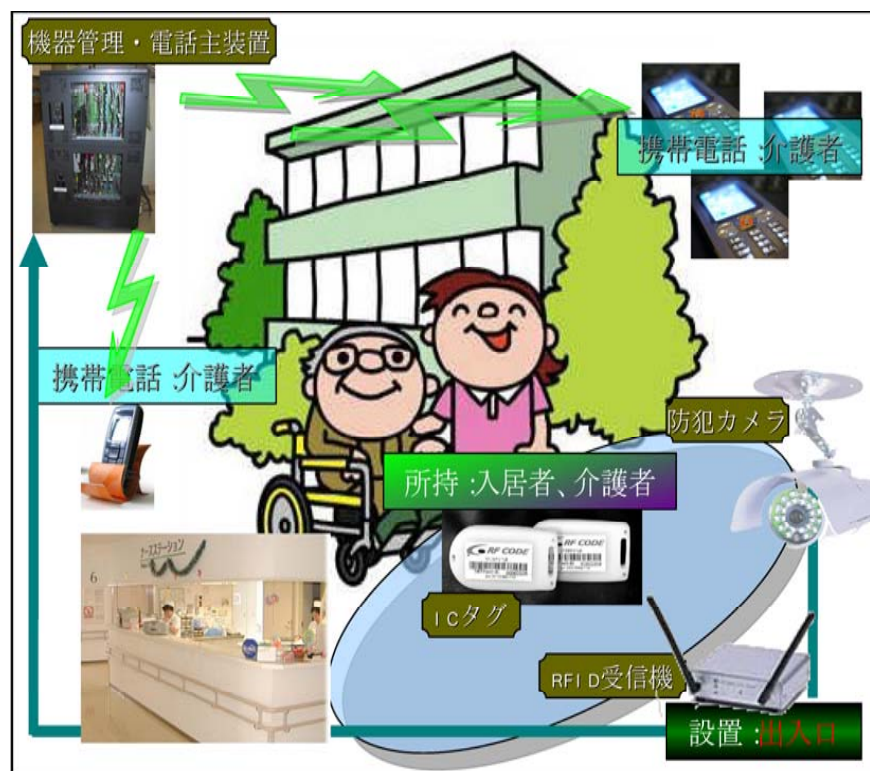


図1 RFIDシステムによる出入管理  
The access control with RDID system at the entrance

示す。

RFID システムにより、IC タグを感知すると中央装置により館内電話、携帯電話またはナースセンターに通告する。このように IC タグとリーダからの情報を適切に使用して全体を管理する方法は、自動的に行うことができ、入居者の安全確保と介護者の労力の軽減を実現する。

さらに、防犯カメラと画像処理技術による画像センサ機能を追加して、IC タグと連携することにより、現場の確認などが遠隔地から行うことができるような効率的なシステムへ展開する。入居者の安全と介護者の安心を確保する。

### 3.1 使用したRFIDシステム

本研究で使用した RFID システム (RF Code 社) の IC タグ(図 2 (a))は、発信周波数 300MHz であり、電波の発信は 1.1 秒間隔である。図 2 (b)にあるように、リーダには 2 本のホイップアンテナが付属しており、必要に応じてホイップアンテナ図 2 (c)はダイポールアンテナに切り替えて使用できる。

リーダで得られたデータは PC (パーソナルコンピュータ) へ RS-232C により転送される。データは IC タグの ID 番号、電波強度 (dB)、および PC に取り込んだ時刻を表示する。それらは RF Code 社の Travis Concentrator で行った。

本実験で使用した IC タグの使用周波数 300MHz は、超短波と極超短波の境界にある周波数で直進性が高い。建物の屋内 (幅 2m の廊下) で行った実験では、良好な通信状態で最大到達距離は 24m であった。

### 3.2 ダイポールアンテナの指向性確認実験

ダイポールアンテナの指向性を確認するため受信電波強度の計測実験を行った。実験場所は、屋外のアスファルト地面上で行った。ダイポールアンテナを高さ 1.15m に置き、IC タグを移動して計測した。

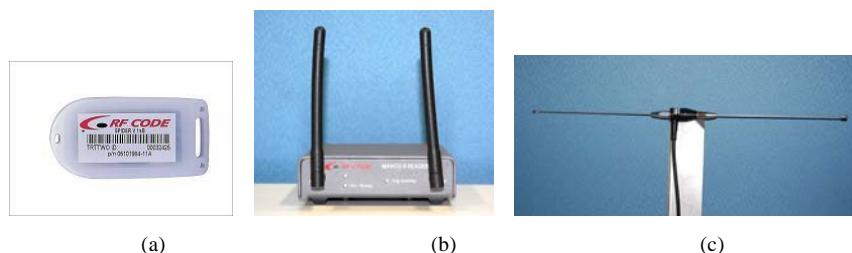


図 2 RFID システム ((a)IC タグ, (b)ホイップアンテナを装備したリーダ, (c)ホイップアンテナ)

Figure.1 RFID system ((a) IC tag, (b) Reader with whip antenna, (c) the di-pole antenna.)

実験結果として、図 3 にあるダイポールアンテナの指向性はいずれの距離においても  $\theta = 90^\circ$  の受信電波強度が強く  $180^\circ$  の方向に向かうに従い、ほぼ一様に受信電波強度が弱くなっていることを確認した。

### 3.3 ホイップアンテナによる実験の状況

実験場所は、目標となる老人介護施設での出入管理を行うためのリーダの設置場所を決定するための予備実験であることを踏まえて、本校実験棟の一階廊下で実験を行った。図 4 は廊下の平面図を示す。廊下は床と側壁は鉄筋コンクリート、外に面した

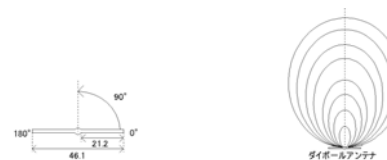


図 3 ダイポールアンテナとダイポールアンテナの指向特性  
The dipole antenna and its directivity characteristics

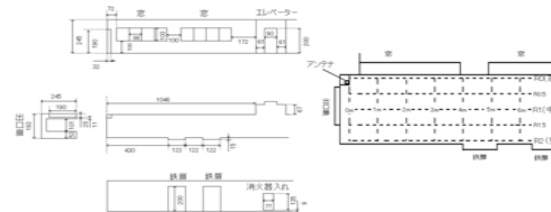


図 4 実験場所  
The location of experiment

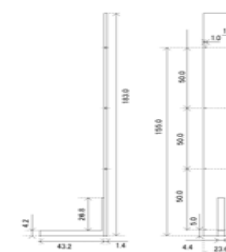


図 5 IC タグ支持装置  
The IC tag support equipment

壁には、高さ 1.4 m から上にはアルミサッシがある。窓側の反対はほとんどが壁であるが、実験室に入るためのスチールドアがある。天井は 2 階の床下に石膏ボードを張った作りである。

図 4 の中ほどにアンテナと記載している場所の高さ 2m にリーダを設置して、PC は電波の障害を極力避けるために屋外に出して実験した。

実験は 1 つのアクティブタグ IC タグを移動させて、リーダで電波強度を計測した。高さは 0m, 0.5m, 1.0m, 1.5m の 4 種類とし、各高さの面で廊下方向には 1m 間隔と廊下の幅方向には約 1m 間隔に実験点とした。

電波強度は導体 (鉄、アルミ窓、人体など) により減衰するといわれている。実験では、人が電波伝搬に影響しており、無視できないため、人体

が電波伝搬に影響しないように、タグ支持装置(図5)を作成して使用した。

また、リーダから得られる受信電波強度は、減衰デシベルを示しており、デシベル値が小さいほど受信電波強度が強く、デシベル値が大きいということは受信電波強度が弱い。

### 3.4 屋内実験の状況

老人福祉施設の入退館を管理するためには、出入口付近でRFIDシステムがICタグからの電波の受信状態を把握する必要がある。出入口は電波の伝播にとっては複雑な障害物(壁、ドアなど)がある。実験場所における全体の電波伝播を把握する前に一部の小領域平面(2m×2m)を0.5m間隔で計測点を25点とし、それぞれ高さはh=0.5mと1.0mの2種類で計測して検討する。ここで使用したアンテナはホイップアンテナである。

実験方法として出口扉より廊下方向に方向をみて左側の壁付近を位置R0(窓側)、右側の壁付近を位置R2(壁側)、位置R0(窓側)と位置R2(壁側)の中心を位置R1(中心)として、さらに位置R2(壁側)と位置R1(中心)の中心を位置R0.5、R1(中心)と位置R2(壁側)の中心を位置R1.5とする。また出口扉より廊下方向にアンテナを基準の距離L=0mとし、距離L=3~5mの間を、0.5m間隔で計測する。高さh=0.5mと1.0mの場合についてタグ支持装置を使用して計測する。

### 3.5 屋内実験とその結果

図5に電波強度の等高線を示す。高さh=1.0mでは、位置R0(窓側)の距離L=3m、4.5mと位置R1(中心)の距離L=4m、位置R2(壁側)の距離L=4.5m、3mが山になっており、位置R0.5と位置R1.5の距離L=4mで谷になっている。高さh=0.5mでは、一部異なるが高さh=1.0mと同じように山と谷ができています。この計測した平面上で、谷が一様になっていないことの原因としては、周りにある鉄扉、アルミサッシ窓、ま

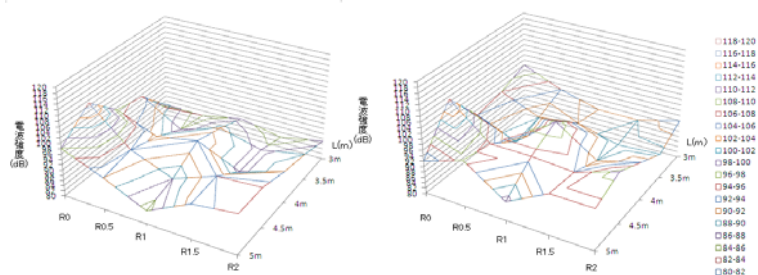


図5 ホイップアンテナで計測した等高線図(左:高さh=1.0m, 右:高さh=0.5m)  
 The contour of wave strength received by the whip antenna

たは周りの壁等の障害物によるものだと考える。

ICタグとホイップアンテナとの距離は数mと近い。また、実験を行った屋内は廊下の中で、電波障害物がある状況での実験である。そのような複雑な状況における電波の特性は一方方向、一様に減衰するというような状況ではない。本研究では、そのような屋内の出入口における確実な電波受信を目指している。電波障害とその影響を実験的に調べる必要がある。

## 4. おわりに

ID管理を利用した有効的な分野は広がりを見せている。ここでは、RFIDシステムを利用して、老人介護福祉施設に導入して痴ほう性患者の夜間徘徊を抑止あるいは予防することを目的として、屋内での電波伝搬特性を実験的に調べた。

今後は、他の有効なセンサと組み合わせて精度の高い出入の検出を行う予定である。

**謝辞** RFIDシステムの実験に協力していただいた広島商船高等専門学校電子制御工学科5年生大田勇斗、守山茜両君に深謝します。

## 参考文献

- 1 [http://www.src-j.com/books/pdf/193\\_pt.pdf](http://www.src-j.com/books/pdf/193_pt.pdf), pp.17

## 著者紹介

写真は希望により不掲載

### 下博之

広島商船高等専門学校 産業システム専攻 2年生

### 保本晃伸

広島商船高等専門学校 産業システム専攻 1年生

### 成清勝博

広島商船高等専門学校 電子制御工学科

非線形システムの線形化およびカラー画像処理に関する研究

### 松島勇雄

広島商船高等専門学校 電子制御工学科

学習者支援システム(教育工学)

RFIDシステムを利用したID検出とその利用