

IC タグと医療環境 **6**

アクティブ型 IC タグの医療環境への応用

移動方向検知無線システム

田中雅美 (立山科学工業 (株))

アクティブ型 IC タグを活用した病院内でのリスクマネジメントにおける考察として、アクティブ型 IC タグの特徴とそれを活用した医療分野への効果について説明する。IC タグは今後、多種多様な分野において活用されることが予想され、特に、医療・福祉分野では安全・安心を備えた効率的なシステムが実現可能と考えられる。また、システムの導入により医療・福祉分野において重大なリスクを回避できるものと考えられる。

本稿では現場での意見を反映しつつ、より使いやすいシステムを提案し、またそれを実現するため、立山科学工業 (株) で開発した移動方向検知無線システムについて説明する。

IC タグの現状

「無線 IC タグユーザ調査 2005」(図-1) では IC タグは実用化が始まっていると感じるユーザが増え、適用業務をはっきり見据えるようになってきた。実際、医療現場でも個人の認証手段として、また薬剤などの認証手段として活用が始まっている。

IC タグは人・物のトレーサビリティを管理するものとして物流などでは注目されているが、医療では機器・器具に搭載することにより、従来、人が監視・チェックしていたものをシステム化し、自動判別することによりリスク回避・効率化が期待できる。昨今はいろいろな分野での実用化も加速されてきており、実用化における問題点・課題も明らかになってきている。

医療におけるアクティブタグ

アクティブ型 IC タグとしては複数の周波数帯・出力のものがあるが、医療系で利用できるものは特定小電力無線と微弱無線が主といえる。厚生省医薬安全局不要電波問題対策協議会が、実験結果に基づき、「医用電気機器への電波の影響を防止するための携帯電話端末等の使用に関する指針」をまとめた。その中で、「特定小電力無線局から発射される電波による医用電気機器への影響は携帯電話端末と比較して小さい」としている。また、「一般的に利用されている 1mW 程度のものはほとんど影響ない」としている。

IC タグの大きな特徴は人・物に対するロケーションフリーを実現する有効な手段であり、医療・福祉分野への普及はいろいろな管理面において、非常に効果的なア

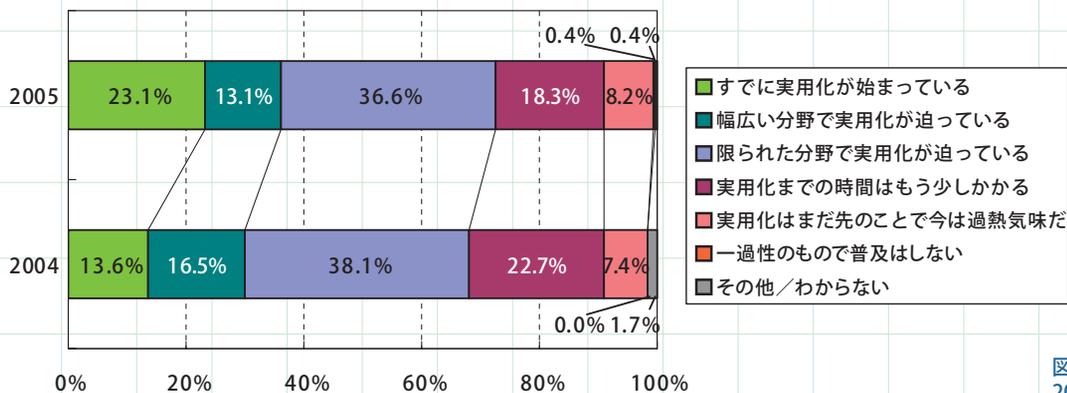


図-1 無線 IC タグ
2005 年度ユーザ調査結果

アイテムであり、現場でのヒアリングでは実業務への展開を期待されている。

医療におけるリスクマネジメント

昨年（8月10日）の新聞に「医師ヒヤリ 事故寸前 1年で18万件」との記事が掲載された。日本医療機能評価機構がまとめたデータで内訳は図-2のようになっている。事例の70%は「間違いが実施されたが患者に影響はなかった」、その他は実施前に発見されたであったが、1%にあたる1,760件は「患者の生命に影響し得る」であった。また、この記事と併記して「医師ヘトヘト？ 大学病院の人手不足深刻」との記事が掲載されていた。医療におけるリスクマネジメントは、これらのうっかりミスの撲滅・正確な情報の伝達を行えるかがキーになってくると思われる。現状、人手不足がうたわれている医療分野では正確な判断をするための十分な余裕がないのが実状ではないだろうか。これを改善するため、処方・投薬およびドレーン・チューブ類の使用・管理はパッシブでの対応が有効であるが、療養上の患者の世話や管理は遠隔まで通信可能なアクティブICが有効的であると考えられる（図-3）。ヒヤリ・ハットの事例にあるような問題点に直面している医師・看護師への負荷軽減をはかるため、ICタグのシステム化は今後重要になると考え

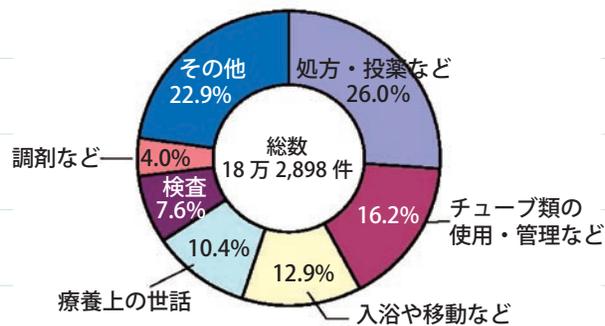


図-2 ヒヤリ・ハット事例の内訳

られる。

医療分野における活用事例

■病院における受付管理システム

病院の受付や診察室、薬局、会計から、患者に対しての呼び出しを病院内のどこにいても通知する（図-4）。患者はアクティブICタグを所持することにより、そのアクティブICタグの表示を確認することにより、どこから呼ばれたかが分かり、呼び出し側も本人に伝わったかが分かる。また、個人情報保護の観点からも、氏名での呼び出しを改善する病院が増えてきている。

■患者の入退室管理システム

図-5は病院内における患者の在室管理を行うシステムの概要図である。患者が持つアクティブ型ICタグからの電波を移動方向検知無線アンテナ装置で受け、患者の病室における出入り管理を行う。これにより、患者の所在・状態管理が把握でき、遠隔での監視が可能のため、医師・看護師の負担軽減をはかることができる。

■医療機器管理システム

図-6は病院内における医療機器の持ち出し管理および稼働状況管理をするシステムの概要図である。医療機

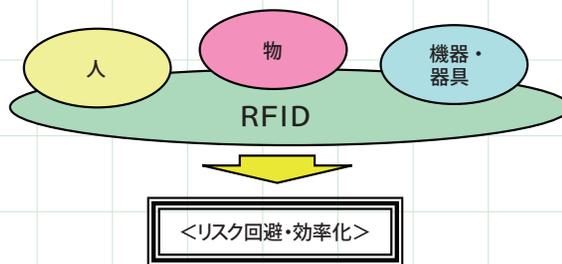


図-3 RFIDによるリスク回避概要図

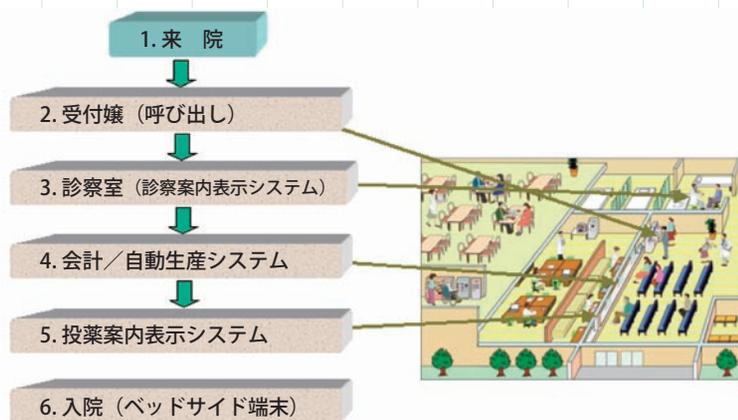


図-4 病院における受付管理システム概要図

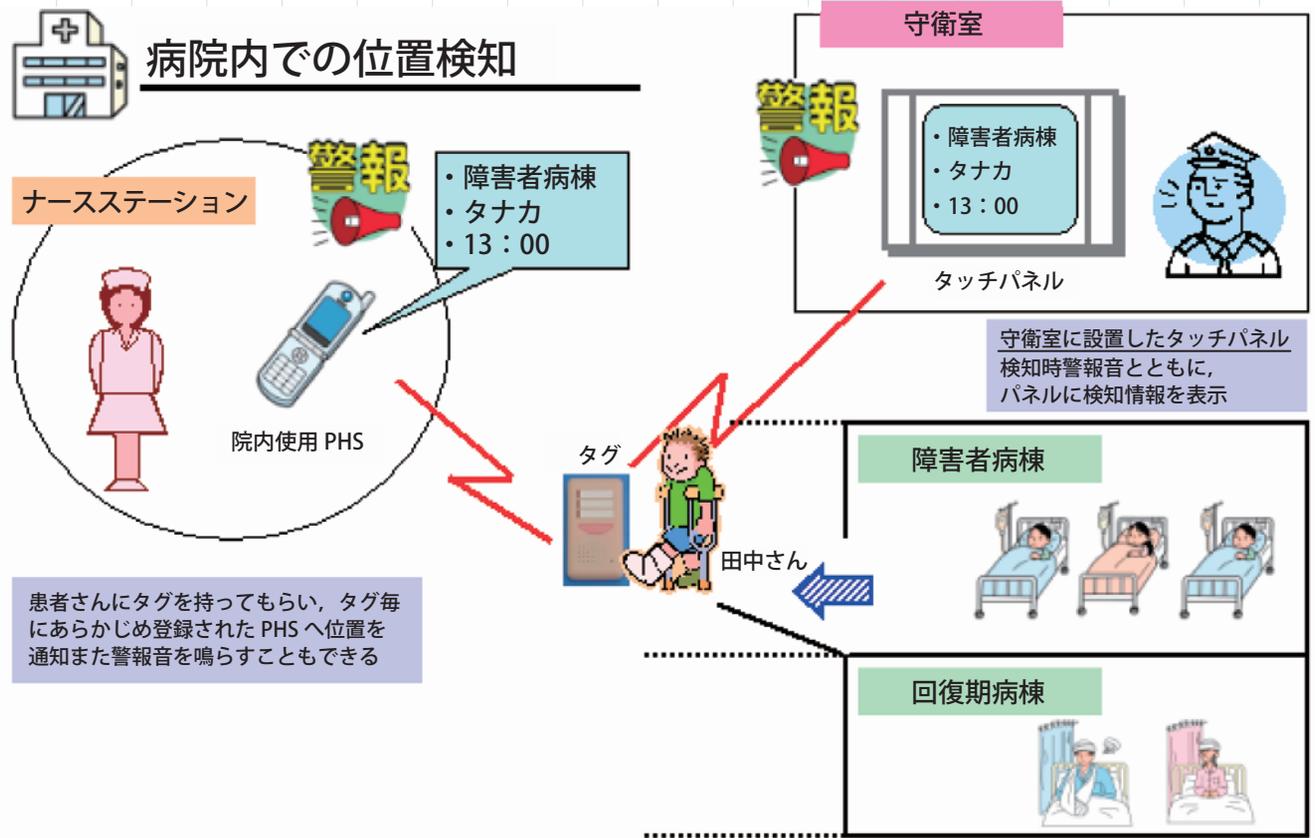


図-5 患者の入退室管理システム概要図

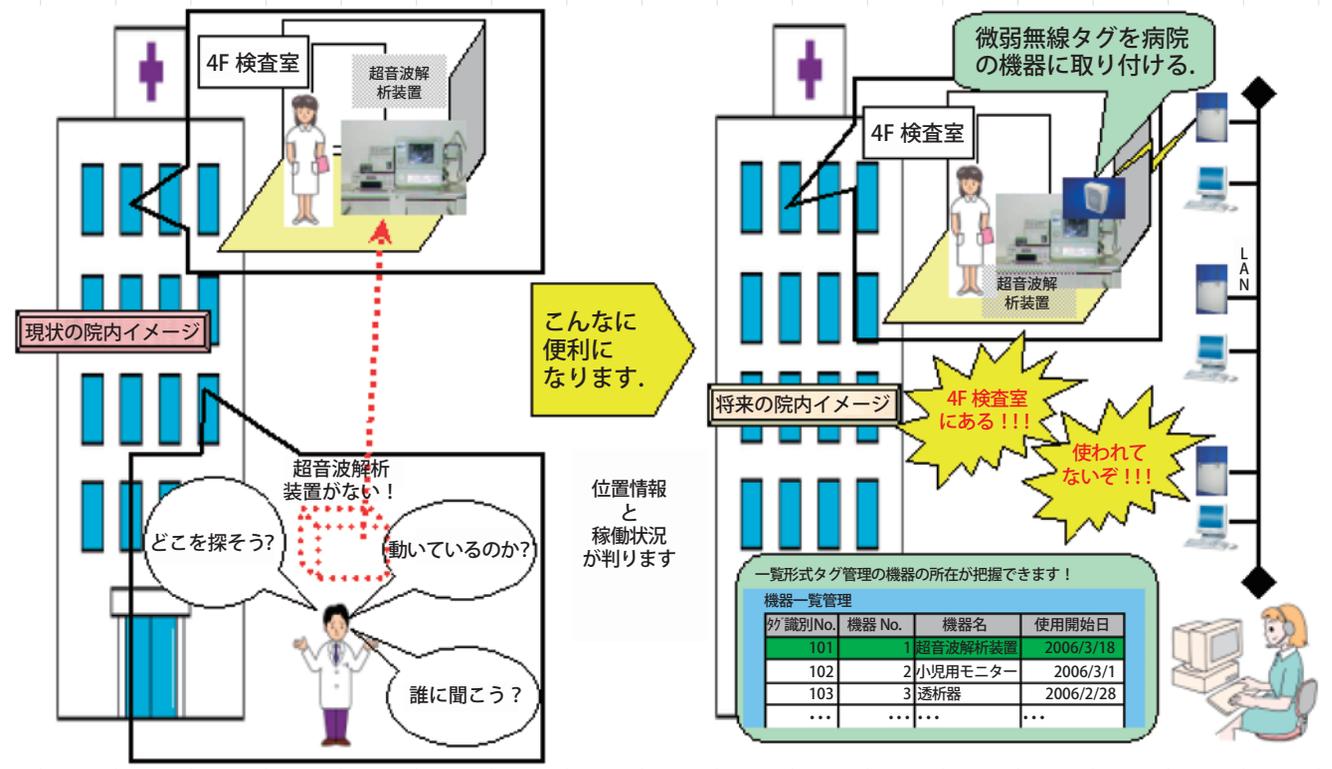


図-6 医療機器管理システム概要図

器にアクティブ型 IC タグを装備し、アクティブ型 IC タグからの電波を移動方向検知無線アンテナ装置で受け、医療機器の所在管理を行う。また、医療機器とインタフェース (RS-232c・USB 等) をとり、その機器の稼働状況および稼働データを ID とともに送信することにより、稼働状況・データの正常性を管理することができる。

アクティブ型 IC タグシステムの特徴

今回新規に開発したアクティブ IC タグは、位置情報管理を目的としたシステム用に考案し、315MHz の微弱無線帯を利用している (図-7)。

【アクティブ型 IC タグのスペックと特徴】

- 周波数：315MHz
- 出力：500 $\mu\text{V}/\text{m}$ at 3m
- 送信距離：1～5m
- 電池寿命：2年 (1秒に1回送信)
- 特徴：通信速度がはやい、低消費電力。

【独自の受信アンテナを採用】

場所の特定における精度の向上をはかるため、移動方向を検知する機能を搭載している。それにより病棟などで患者さんの入退室管理、医療機器などの在庫管理が容易となる。

以下、新規開発した移動方向検知無線システムの詳細を記述する。

新規考案した移動方向検知無線システム

■ 従来考案されていたシステム

従来利用されている無指向性アンテナを用いたシステムの場合、2台のアンテナの受信範囲が重複し、移動方向の検知を行うには各アンテナの設置場所を十分離す必

要があった。また、アンテナ同士が近いと、部屋の入退室と進行方向で検知することができないものがあった。

しかし、今回考案した指向性アンテナを用いることにより、一方向に検知範囲を絞ることが可能となった。

一般的な指向性アンテナとしては八木アンテナやパッチアンテナがあるが、使用する電波がローバンド UHF の場合、アンテナが大型で室内向きではない。また、受信機を特定場所に複数台設置して、送信機からの受信レベルのみでの相関差で送信機の位置を検出するシステムや入退室を検知するシステムでは位置検出の精度が低く、そのデータから入室や退室または進行方向の判断は非常に困難であった。

今回の開発では、簡単な回路構成で、指向性が高く、人や物等の移動方向や出入りを確実に検知することができる移動方向検知無線システムを提供することができた。

■ 新しく考案したシステムについて

今回考案したシステムは、互いに無線通信可能な送信機と受信機とで構成される。受信機の回路ブロックは複数のアンテナ素子を配列したアレイアンテナと、各アンテナ素子で受信した電波を合成する合成回路がある。さらに、アンテナ素子と合成回路との間に移相回路があり、合成回路により合成された電波が入力する受信回路がある。複数のアンテナ素子の間隔は受信電波の波長 λ の $1/4 \sim 1/16$ 、好ましくは $\lambda/8$ 程度であり、移相回路により移相される各受信電波の位相差 $|\phi|$ (ϕ の絶対値) と前記のアンテナ素子間隔による受信電波の位相差 δ の和 ψ が、 $\pi/3$ 以上で π 以下、好ましくはほぼ π とした受信機を一对設けて、互いの指向性を逆向きにして移動検知部に配置した移動方向検知無線システムである。今回開発のアレイアンテナ是一对のアンテナ素子からなり、前記受信機は前記移相回路等の回路部を一体のケース内に配置してなるものである。

送信機は、電源を内蔵し微弱無線電波により通信可能なアクティブタグである。または前記送信機は、RFID タグ等のパッシブタグでも可能である。

■ 今回の開発における効果

この移動方向検知無線システムによれば、入退場口等の移動検知部において比較的遠方から送信機を検知可能であり、移動方向前後で、一对の受信機の重複受信範囲が狭く、確実に送信機の移動方向を判断することができる。これにより、送信機が動きの速い検知対象や複雑な移動を行う検知対象に設けられていても、正確に移動方向を検知することができる。



図-7 アクティブ IC タグと指向性アンテナ

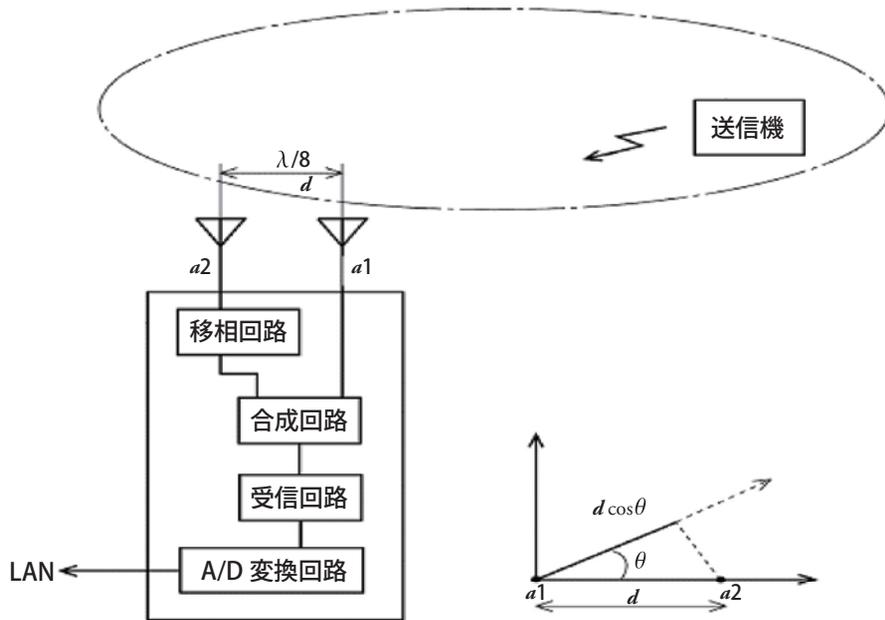


図-8 アレイアンテナの配列指向性の原理

■ 今回考案したアレイアンテナについての配列指向性の原理

アレイアンテナについての配列指向性の原理を説明する。図-8に示すように、間隔 d をおいて2本のアンテナがある場合、このアレイアンテナの各方向 θ における指向性は、

$$E(\theta) = g(\theta) \cdot f(\theta) \quad \text{式(1)}$$

で表される。 $g(\theta)$ は各アンテナ素子の指向性、 $f(\theta)$ は配列指向性係数である。

配列指向性係数は、各アンテナ素子の係数の和であり、以下の式で表される。

$$f(\theta) = a_1 + a_2 \cdot \exp(j\phi) \cdot \exp(jkd\cos\theta) \quad \text{式(2)}$$

a_1, a_2 は各アンテナ素子の相対振幅、 $\exp(j\phi)$ は位相差、 $\exp(jkd\cos\theta)$ は光路差による値である。

ここで ϕ は移相回路による移相値、 k は波数 $2\pi/\lambda$ である。したがって kd はアンテナ素子間での位相差を指す。

この実施形態の移動方向検知無線システムは、2本の無指向性アンテナのアンテナ素子を用いて、受信感度の指向性を室内外に各々急峻にして指向性受信範囲の長さを長くすることより、受信範囲の半値角および前後比が大きくなるように位相差を設定する。また指向性アンテナ受信範囲の重複範囲は相対的に短く狭いものとなる。これにより、この指向性アンテナ装置（フェーズドアレイアンテナ）の受信機を用いて、互いに反対方向に送信機からの電波を検知することで、その空間への入退場を

検知可能にしている。

そして、この実施形態の指向性アンテナ装置は、ローバンドUHFを利用するので小型化が可能であり、かつ指向性を出すための2本の無指向性アンテナ素子における距離は、アンテナ素子相互間の悪影響がなく、位相合成が容易な距離に設定されている。

さらに、この実施形態の指向性アンテナ装置は、2台を近づけて（一定距離以上に）設置することが可能であり、受信の有無または受信レベルの差により進行方向、入室、退室を検知することができる。

この指向性アンテナ装置を前述した医療分野におけるシステムに活用することで、患者・医療機器の位置情報を的確に把握でき、医

師、看護師の負担軽減に役立つことができると考えられる。

後記

今後、ICタグはあらゆる分野で実用化され、技術向上も図られると考えられる。その中で、医療分野にどのように活用してゆくかが問題である。医療分野には特有の課題があり、また病院ごとの環境の違いも考えられる。さらに、ICタグによる自動化とはいうものの、特に医療分野では最終的な判断は人が行うことになる。どこまでを工学的にカバーするか、また環境の違いをどう対応するかが、今後医療分野への応用の課題と考えられる。

また、医療分野でのICタグの普及は、実証実験を重ね、データを収集し分析するとともに、現場での実績を重ねることにより浸透してゆくものと考えられる。

参考文献

- 1) 吉岡稔弘：絵とき無線ICタグ 広がるRFIDの世界，オーム社（2004）。
- 2) 厚生省：医薬品副作用情報，No.143（厚生省薬務局）（1997）。
- 3) 無線ICタグ活用のすべて（実証実験から本格導入へ！），日経BP社（2005）。

（平成19年1月18日受付）

田中 雅美

m-tanaka@tateyama.or.jp

1959年生。1981年相模工業大学電気工学科卒業。同年コンピュータシステムエンジニアリング（株）入社。パケット通信関連業務に従事。1985年松下システムエンジニアリング（株）入社。2001年立山グループ入社。セキュリティ関連SEおよび無線関連SE業務に従事。