

検討を行わなければならない。

医療用電子タグについては、いくつかの組織が多少の評価を行っている。ところがそれらでは、経済性などの評価が中心であり、電磁的な特性などのハードウェア的な側面からの評価はまったく行われていない。本研究では、この医療用電子タグのハードウェア的な側面に着目して、実際の医療環境を想定した現実的な応用適性を評価した。

B. 研究方法

本研究では、主に次の4点を中心に研究を進めることにした。

- (1). アモルファス磁性材料の応用による対金属特性の改善
- (2). 水分対応タグの実現可能性評価
- (3). PLCシステムとの共存の可能性評価
- (4). アクティブ・タグの実現可能性評価
- (5). 超小型ハイブリッド医用電子タグリーダの試作

以下ではこれらの各点について、個々に述べることとする。

B-1. アモルファス磁性材料の応用による対金属特性の改善

一般に電子タグは、金属に貼付すると認証されない。しかし医療環境には、図1に示すように金属製の物品が多く点在している。このためこれらに対応できなければ、事実上、医療環境への応用は不可能となる。金属への貼付の際に認証が不可能となる原因としては、次の二つが考えられている。

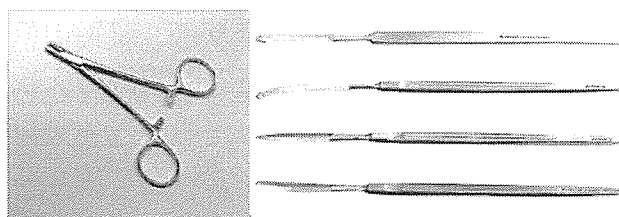


図1 医療環境で見られる金属物品（鋼製小物）の一例

- (a). タグからの返信の際に金属表面に逆向き電流が生じて、これがタグからの信号をうち消してしまう。
- (b). タグが貼付された金属の特性により、タグの同調特性に変化が生じ、リーダで受信できなくなる。

多くの場合、前者により認証が妨げられている。後者は、タグの近傍に液体が置かれたときなどに影響を生じることがある。これについては、B-2にて後述する。(a)による認証障害を防止するには、タグからの返信の際に生じる電磁エネルギーが金属に到達しないように遮断する必要がある。一般には、これを効率よく行うために、アモルファス系の磁性体を、金属との間に置くことが有効とされている。ただしこの磁性体は必ずしも安価ではなく、一般的な物流を意識した場合、最適な対策とは言い難い。ただし医療環境には高価な物品も多く、対金属特性が大幅に改善されるならば、現実的な応用可能性が評価されることもある。ここでは、TDK製のアモルファス磁性体シートIRB02とIRL02を用いて、その効果を実験的に検証した。両者の特性はほぼ等しく、前者の初透磁率 μ が7であるのに対して、後者の μ が25である点のみが異なる。

ここで実施した実験は、二つの段階に大別される。まず予備実験として、一般型電子タグと金属対応型電子タグを用意し、それぞれに鉄製の円盤を貼付して、認証距離の変化を調べた。次に本実験として、金属に対応していない一般型電子タグの一つに、TDK製のアモルファス磁性体シート（IRB02、IRL02）を貼付した後に、前述の鉄製円盤をさらに貼付して認証距離の変化を調べた。予備実験で用いられたタグを図2に、その実験系を図3に示す。図2の(a)と(b)が一般型タグである。同様に(c)、(d)、(e)が金属対応型タグである。(c)は筐体がガラスで構成されており、グラスタグと呼ば

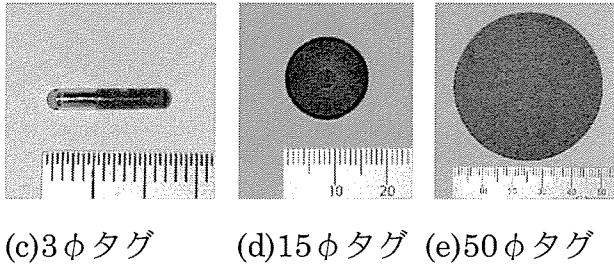
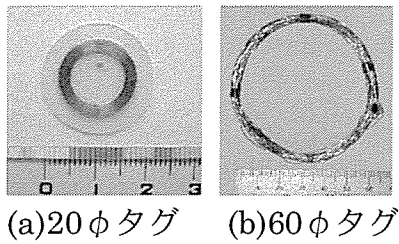


図2 実験に用いたタグ

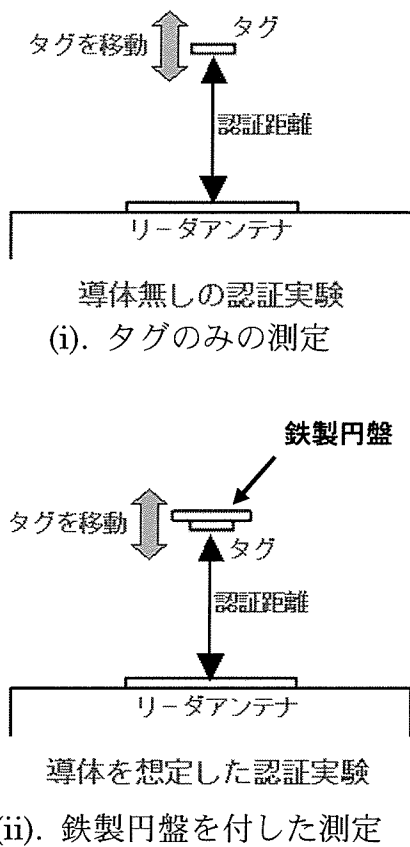


図3 実験系

れている。他の四者は、いずれも一般的なディスク型のタグである。いずれのタグも125kHz帯のタグである。図3(i)と同図(ii)からわかるように、机上にリーダアンテナ

を固定し、その上方よりタグを降下させてこれが認証された高さを求めた。この時、タグの降下速度は25mm/s程度に維持された。その後に、一般型電子タグの中から60φタグを選び、これに前述のTDK製アモルファス磁性体シートを貼付して、認証距離変化を測定した。この際の実験系は、図3と同様である。

B-2. 水分対応タグの実現可能性評価

水分を含んだ物品や水分を封入した瓶や袋に電子タグを貼付しても、認証されないことがある。これは、対象物の電気的特性により、貼付したタグの同調回路の特性が巨視的に変化することによる。したがってこの場合、リーダからの信号の受信によりタグは返信するものの、その信号の周波数特性が変化してしまうことにより、認証が困難になるということである。このためこのような状況に対処するには、貼付対象の電磁的な特性を考慮してあらかじめタグの同調回路を設計しておくか、図4に示すようにリーダの同調回路特性の中のQ(尖鋭度)を低めに設定し、同調周波数帯域を広めに確保しておかなければならない。

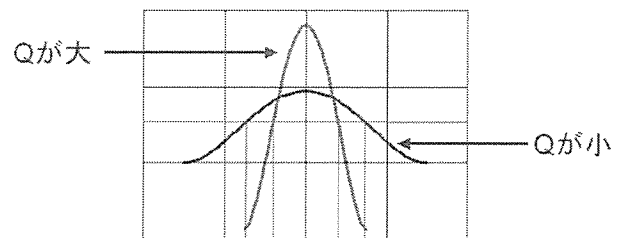


図4 同調回路特性

B-3. PLCシステムとの共存の可能性評価

PLC (Power Line Communication)システムとは、交流電力供給線を情報伝送線路として活用しようという方式である。これに類した方式は、古くから用いられてきた。

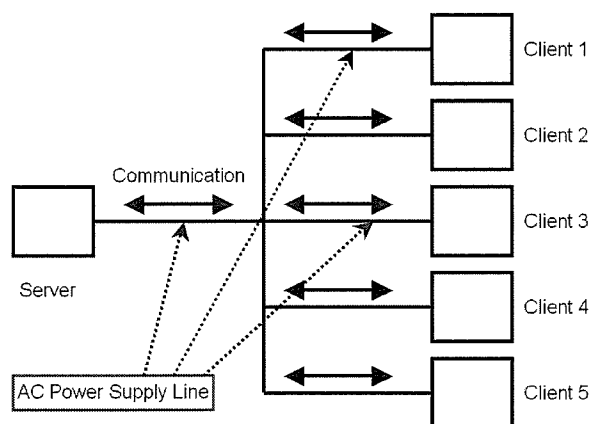


図5 PLCシステムの概要

たとえば、家庭内の交流電力供給線を疑似アンテナと考えて、ここから導いた電圧信号を LC 同調回路を通過させ、その後に LPF（低域通過型フィルタ）を経て、さらにダイオードなどで振幅復調すれば、中波帯の放送を聴取することができる。PLC はこれよりもはるかに複雑なシステムであり、信号系もデジタルである。しかし交流電力供給線さえ存在すれば、情報伝送が可能という手軽さは、まったく同様とって良い。その通信範囲は、分電盤などよりも下位に限られ、これを超えての情報伝送は不可能である。しかし一般家庭では、通常一つの分電盤で電力処理が完了しているため、まったく問題がない。すなわち、一組の PLC システムを設置すれば、同一の家庭内ならば、コンセントが設置してあるすべての個所で情報の授受が可能となる。一般的には、その一端（サーバとして考える）にインターネット用のルータなどを置き、他端（クライアントとして考える）に PCなどを置くとすると、コンセントが設置されたすべての部屋からインターネットへの接続が可能となる。同様の機能を有するシステムとして無線 LAN が存在するが、こちらでは情報伝送線路として無線通信路を利用するため、サーバとクライアント間の電波伝搬状況によっては、通信が途絶することもある。

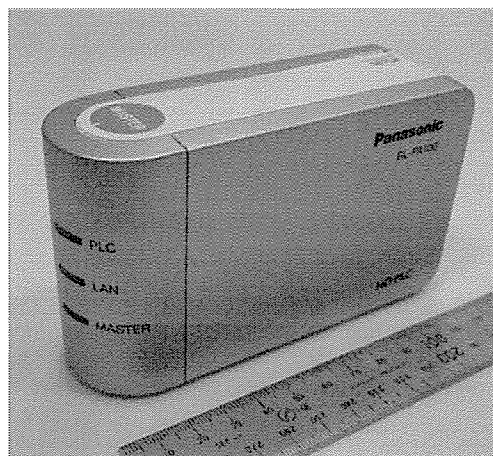


図6 PLC 端末装置の一例

たとえば、1階と2階にサーバとクライアントが配分された際などにこれが生じる。ところが PLC では、交流電力線を伝送路として利用するため、そのような問題が生じない。

PLC のこのような利点は、家庭内のみならず、小規模の事業者でも活用できる。たとえば理論的には、医院規模の医療機関や小規模の病院でも、PLC が活用できる。医院などでは、診療区域の分電盤から下位に PLC システムを設置すれば、小規模の電子カルテシステムなどと共に医用電子タグシステムなどを運用できる。小規模病院でも、分電盤ごとに PLC システムを設置して、異なる分電盤間は別途簡易ルータを設置して有線 LAN で接続すれば、極めて安価に全病院規模で比較的高速なネットワークを構築できる。

ところが PLC は、その機構上、本質的な欠点も有している。すなわち、交流電力供給線を伝送路としてデジタル通信を行うため、比較的大きな雑音を周囲に拡散してしまう。一般にデジタル信号はそのスペクトル周波数の上限が高く、伝送路がシールドされていない限り、雑音源となりやすい。このため通常のデジタル信号の伝送路においては、シールドケーブルの利用が絶対的な前提条件である。ところが PLC では、安

価なシステムの実現を目指したため、非シールドの電力供給線が伝送路として想定されている。このため、PLCシステムを設置した分電盤以下の状況では、多くの雑音が発せられることになる。現在市販されているPLCシステムは、搬送波として短波帯の周波数を利用している。この周波数帯には、様々な放送波が配されているため、そのような製品の多くは、既知の放送周波数の部分にのみノッチフィルタを設置して、放送周波数の確保を実現している。しかしその対象は放送周波のみであり、その他の周波数帯域では多くの雑音が発せられている。

現在、最も多く利用されている電子タグは、JRのSuicaや私鉄系のPASMOも含めて、13.56MHzの短波帯を利用している。この周波数帯は前述のように、PLCシステムのそれと同一である。このため、コスト削減のためにPLCで院内ネットワークを構築した医療機関では、その雑音により13.56MHz帯の電子タグが利用できなくなるとも考えられる。また、利用できたとしても、誤った認証が成されてしまう可能性が否定できない。このため、医用電子タグを対象とした雑音特性の実験的検証が急がれる。

本研究の平成18年度の範囲では、PLCシステムの仕様などそのハードウェア的な側面について基礎的な調査を行った。本格的な調査と実験的検証は、平成19年度に実施する予定である。

B-4. アクティブ・タグの実現可能性評価

電子タグは、パッシブ型とアクティブ型に大別できる。電子タグの多数派は前者である。こちらはバッテリーを内蔵しないため小型化が容易であり、低コスト化も容易である。SuicaやPASMOもパッシブ型タグである。一方アクティブ型タグは情報の返信に、内蔵したバッテリーの電気エネルギーを

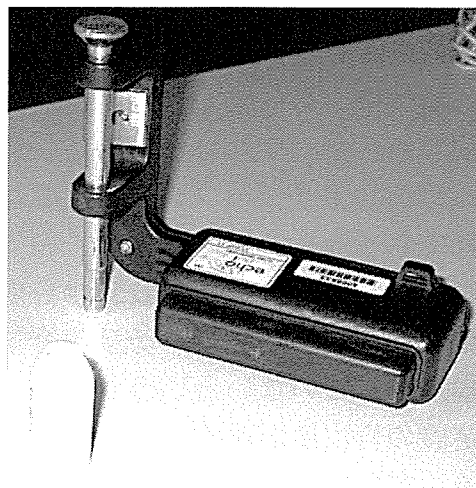


図7 従来のアクティブタグの一例

利用する。従来のアクティブタグは、洋上輸送用コンテナなどを添付対象としたものが多く、大きな認証距離と長時間運用が前提とされたため、比較的大きなバッテリーを内蔵していた。そのためこれらの用途に向けたアクティブタグの多くは、VHSビデオテープ数個分の容積となっていた。しかしバッテリーの容量はとくに規定されているわけではなく、小さくても構わない。もしもケシ粒大のバッテリーが現存してこれを内蔵したアクティブタグが実現できれば、その大きさ、重量、コストは、パッシブタグと同等となる。本研究では、従来の概念にとらわれることなく、新たなアクティブタグの仕様についても考えることとした。

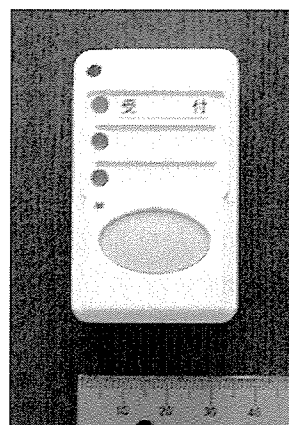


図8 立山科学工業のコンパクト・アクティブタグ

従来のアクティブタグは、無線機の一類として考えられることが多かった。そのため議論の中心に位置するのは、連続運用時間長であった。すなわちいかに長く運用できるかが、アクティブタグの主要な性能の指標であった。このため、多くのアクティブタグは容量の大きなバッテリーを内蔵するに至った。しかし、バッテリーの容量がとくに規定されていないということは、逆にその定義の自由度が非常に広いということになる。すなわち前述の洋上輸送コンテナ用タグに代表されるような、大きさや重量が問題とならない場合には容量の大きなバッテリーでの運用を前提とするものの、他方ではより小さな容量のバッテリーを内蔵させて、これを様々な方法で制御することで広範な応用が期待できることとなる。

アクティブタグはパッシブタグとは異なり、バッテリーが枯渇すれば沈黙する。このため、比較的小さな容量のバッテリーを内蔵させれば、事実上の運用時間が的確に制御できることとなる。またバッテリーの容量と共に、出力もまた自由に設定できるため、タグの設計自由度が向上する。たとえば、容量の小さい一次電池を内蔵させれば、バッテリー寿命中のみ活用でき、その後は沈黙するシステムも構築できる。また、容量の小さい二次電池を内蔵させれば、リーダまで確実に情報を伝送しつつ、再充電によりタグとしての運用総時間長も制御できることとなる。これらの特徴を活用すれば、特定の制限区域のセキュリティ確保などに貢献できるシステムが構築できる。とくに近年では、「乳児連れ去り」などの事犯が発生しており、超小型アクティブタグによる制限区域のセキュリティ確保は非常に有効といえる。

本研究の平成 18 年度の範囲では、アクティブタグの仕様などそのハードウェア的な側面について基礎的な調査を行った。本格

的な調査や試作などは、平成 19 年度に実施する予定である。

B-5. 超小型ハイブリッド医用電子タグリーダの試作

現在、医療の分野で最も多く見られる電子タグリーダは、オリンパス製のそれである。最近では NEC インフロンティア製のリーダも見られるようになったが、いずれも大きく重い。とくに重量にあっては、1kg を超えることもある。これはそれらの設計基盤が PDA であり、これに対して、ラバーなどの落下時の防御機構や、滅菌時のカバーリングなどを施したことによる。一方でこれを最も多く操作すると想定される看護師は、情報機器の操作が主たる業務ではない。そのような者に、このような仕様の機器を与えるということは、業務負担の増大に繋がり、ヒューマンエラーの発生を助長することになりかねない。さらには、看護師らは、その教育課程に於いて情報処理技術についての専門教育を施されているわけではない。そのような操作者の実状を考慮するならば、医用電子タグリーダは、できるかぎり小型でかつ軽量でなければならぬ。また、高い操作性も求められよう。電子タグ自体は医療過誤の抑止に効果的であるが、それを運用することが現場のスタッフの負担となり、それにより新たな医療過



図9 オリンパス製電子タグリーダ

誤が誘発されるのは好ましくない。

本研究では、小型軽量のハイブリッド型医用電子タグリーダの実現を目指している。ここでは超小型の電子タグリーダ・モジュールとバーコードリーダ・モジュール、さらにはこれらを統括するPICコンピュータによるデバイスの実現を目指している。総重量は 100g 以下として、携帯電話機よりもさらに小型なリーダの実現を目指している。現時点では、電子タグリーダ・モジュールとしては、ウェルキャット製のそれを用いる。バーコードリーダ・モジュールとしては同じくウェルキャット製のバーコードリーダから抽出して利用するか、Fujifilm 製あるいは Panasonic 製のデジタ

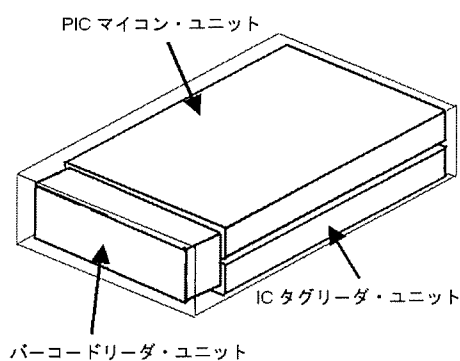


図 10 試作リーダの概念図



図 11 ウェルキャット製電子タグリーダ・モジュール

ルカメラに搭載されている CCD ユニットの改造して用いるか、検討中である。後二者のデジタルカメラはすでに用意したが、前者のバーコードリーダについては、現在仕様を検討を継続しており、最適なものが得られ次第用意する予定である。その後、前述のカメラ用 CCD ユニットとの比較を行い、最適なバーコードリーダ・モジュールを構成したい。

本研究の平成 18 年度の範囲では、ハードウェア的な側面について基礎的な調査と一部の物品の用意を行った。本格的な検討や試作は、平成 19 年度に実施する予定である。

C. 研究結果

C-1. アモルファス磁性材料の応用による対金属特性の改善

予備実験の結果を図 12 に示す。ここで縦軸はタグのみで測定した認証距離を 100 とした際の、鉄製円盤を貼付した時の認証距離の比である。横軸は、各タグを示している。すなわち、1 のタグが図 2 の(a)のタグであり、2 のタグが図 2 の(b)のタグである。以下同様に、3 が(c)、4 が(d)、5 が(e)となる。図 12 より、一般型の 20φタグは、鉄製円盤を貼付すると認証距離が 0%すなわちまったく認証されないことがわかる。同様に一般型 60φタグは認証距離が 23%にまで減少している。これに対して金属対応型タグでは、3φのグラスタグは 94%もの認証距離を維持していることがわかる。また、15φタグも 70%、60φタグも 60%を維持している。

次に、TDK 製のアモルファス磁性体シートを貼付した際の実験結果を図 13 に示す。ここでは、予備実験で用いた 60φ一般型タグを利用した。これの同調点周辺の 120 回巻き、130 回巻き、140 回巻きのタグを用意し、それぞれに TDK 製のアモルファス

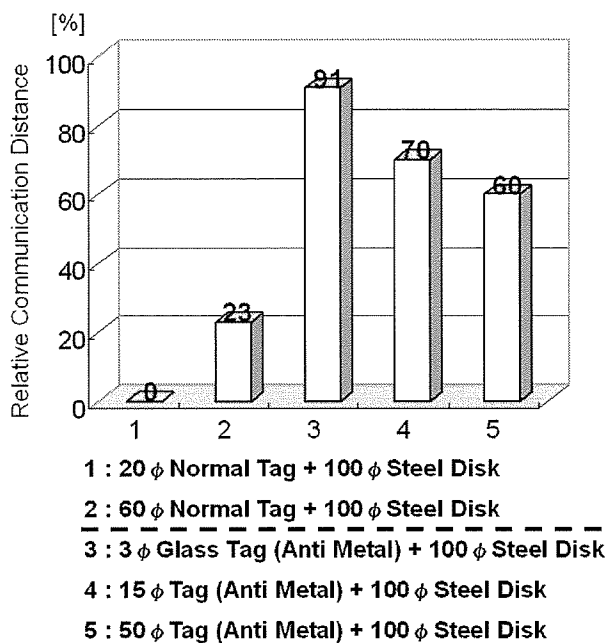


図 12 B-1 の予備実験結果

磁性体シート IRB02 と IRL02 を貼付して、認証距離を測定した。

ここでは、図 12 とは異なり、縦軸には実際の認証距離を示した。横軸は各巻き数のタグを示している。各グラフの最左端は、タグのみの認証距離である。中央は、タグに IRB02 と鉄製円盤を貼付した際の認証距離である。さらに最右端は、タグに IRL02 と鉄製円盤を貼付した際の認証距離である。

図 13 よりわかるように、タグ単体では、この範囲では巻き数が大きいほど大きな認証距離が得られている。これに IRB02 を貼付すると、130 回巻きで最大値を取り、その両側では認証距離が減少している。一方 IRL02 の場合には、120 回巻きが最も大きい認証距離を示しており、巻き数が増大すると認証距離が減少している。IRB02 と IRL02 を比較すると、前者を貼付した際と同調条件は 130 回が最良であり、IRL02 についてはこれよりも巻き数が小さい方が適しているといえる。この差は、両者の初透磁率 μ によるものである。この値が異なることで、タグアンテナのインダクタンスが変化し、このような傾向が得られたと考え

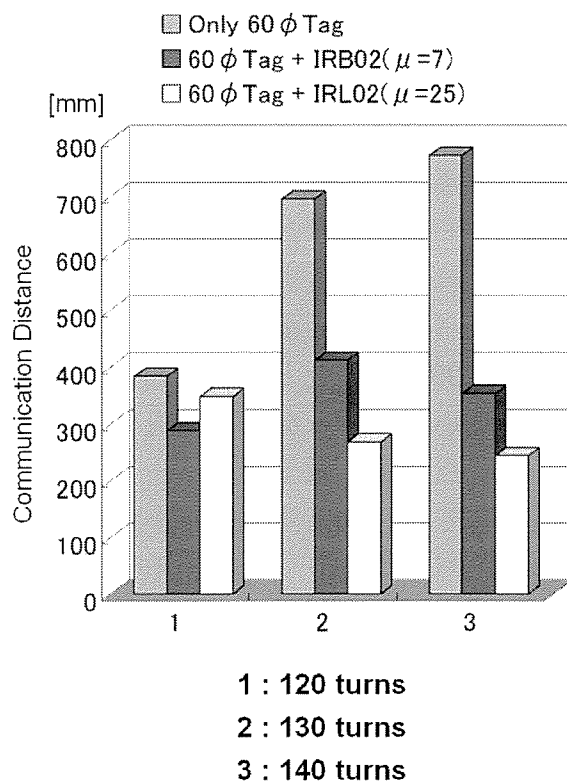


図 13 アモルファス磁性体シートによる性能改善（実測値）

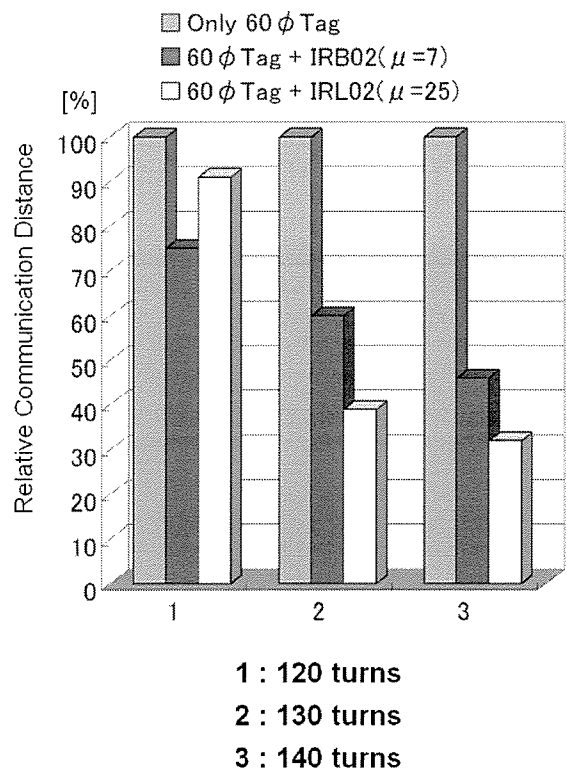


図 14 アモルファス磁性体シートによる性能改善（相対値）

られる。全体的には、IRB02 を貼付しても IRL02 を貼付しても、ほぼ同等の認証距離が得られると考えられる。

次に図 14 に、縦軸をタグ単体の際の認証距離を 100 として示す。この図から明らかなように、アモルファス磁性体シートの貼付による性能改善は顕著といえる。図 12 に示した予備実験結果では、この 60φタグに鉄製円盤を貼付した際には、相対的な認証距離は 23%にまで低下した。しかしアモルファス磁性体シートを貼付することによって、120 回巻きでは IRB02 の場合でも IRL02 の場合でも、相対的な認証距離は 75%を上回っている。ただし、このアモルファス磁性体シートの欠点はその価格にあり、現時点で、300mm×200mm でほぼ 10000 円を要する。これが低価格で供給できれば、電子タグの金属対応化には効果的といえる。

C-2. 水分対応タグの実現可能性評価

水分などが対象物に含まれた場合、その同調周波数が変化し、認証が困難になる。このため、あらかじめ対象ごとに条件を設定して同調条件を導けば、認証が可能となる。たとえば、図 13 および図 14 に示した IRB02 と IRL02 は初透磁率が異なることにより、タグアンテナのインダクタンスに差が生じる。当初よりこれを目的として設計することにより、図 13 および図 14 に示すように、あらかじめ同調周波数を調整したタグを実現できる。また、これを応用すれば、たとえば筐体内の認証対象物の量的変化の測定なども可能となる。さらに、特定の内容物を認証しようとした場合、その対象の電気的特性があらかじめ得られれば、その情報に基づいて同調特性を調整しておくことで、内容物の正否判定も実施できる。これについては、平成 19 年度に継続して研究を実施したい。

C-3. PLC システムとの共存の可能性評価

本研究の平成 18 年度の範囲では、PLC の電磁的雑音について、これまでに公開された資料を中心とした調査を行った。PLC の発する電磁雑音に対しては、様々な分野が懸念を示している。とくに体系的にこれについて調査・検討しているのが、アマチュア無線家である。アマチュア無線は地球規模で認可されており、様々な周波数帯が付与されている。したがって、新たな情報通信を提案する際には、これを犯さぬように留意する必要がある。PLC に対しては、我が国では、総務省に比較的近い社団法人アマチュア無線連盟 (JARL) 電磁環境委員会が、平成 14 年 4 月 3 日に警告を発している。以下に、その一部を紹介する。

PLC の発する電磁雑音の電界強度分布を図 15 に示す。縦軸は電界強度を示し、横軸は周波数を示している。単位は縦軸が dB、横軸が MHz である。ここで horizontal, vertical とあるのは、雑音信号の水平成分と垂直成分である。図中央付近の曲線は、雑音信号垂直成分を 4 次多項式で近似表現したものである。横軸中央付近が 10MHz であり、医用電子タグでも多用されている 13.56MHz は、そのやや右方である。ここでの PLC による雑音信号電界強度は、25dB ほどとなる。一方、環境電磁雑音の分布を図 16 に示す。図 15 と同様に、縦軸が電界強度を、横軸が周波数を示している。図の中程のいくつかの直線は、ビジネス環境や住宅環境の電磁雑音の程度を表している。上方の曲線は考え得る最大の環境電磁雑音の水準である。ここで図 15 と図 16 を比較すると、PLC の発する電磁雑音の大きさがわかる。とくに縦軸は線形値ではなく、対数表示であることに注意すべきである。この JARL による報告書の中でも述べられているが、既知の放送周波に対してはノッチフィルタにより対策が講じられているも

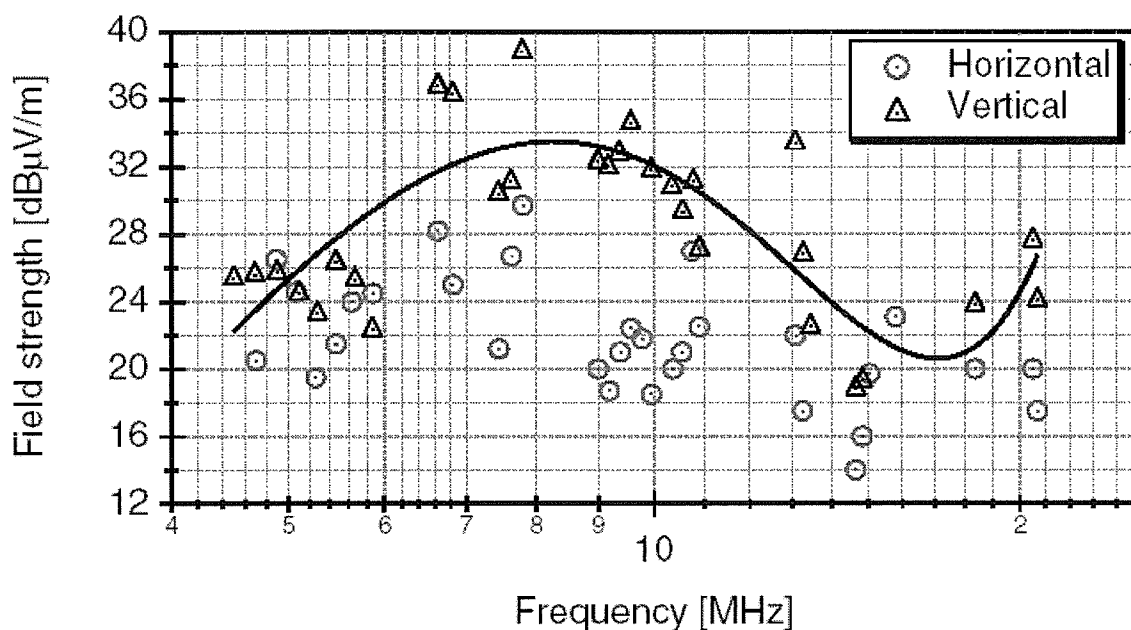


図 15 PLC による電磁雑音電界強度 (社団法人 アマチュア無線連盟 (JARL) 電磁環境委員会 : 電力線搬送通信 (PLC) ARIB / JARL 合同実験報告書 (2002))

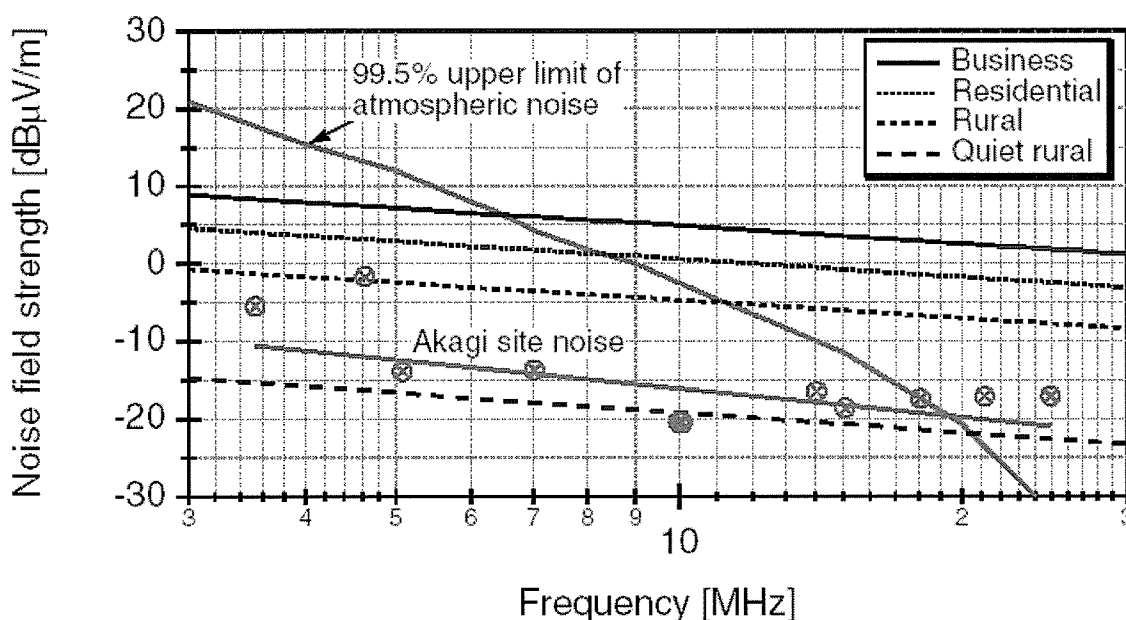


図 16 環境電磁雑音電界強度 (社団法人 アマチュア無線連盟 (JARL) 電磁環境委員会 : 電力線搬送通信 (PLC) ARIB / JARL 合同実験報告書 (2002))

の、それ以外の無線通信に対しては驚異ともいえる雑音電力である。したがって、医用電子タグの安全な運用を目指すには、この PLC に対する対策を考慮することが不可欠である。平成 19 年度においては、PLC による雑音信号の電界強度を実測する

など、さらに進展させたい。

C-4. アクティブ・タグの実現可能性評価

本研究の平成 18 年度の範囲では、基礎的な調査に限って実施した。その中で、先に述べたような、「より小さい容量」のバッテ

りの搭載による新たなアクティブタグについて、様々な情報を収集しつつある。

C-5. 超小型ハイブリッド医用電子タグリーダの試作

本研究も平成 18 年度の範囲では、基礎的な情報収集と各モジュールの構成要素の収集を行った。これにより、ウェルキャト製の小型電子タグリーダ、電子タグリーダ・モジュール、各種アンテナ類、デジタルカメラ類などを用意した。また、図 9 に示したオリンパス製の医用電子タグリーダを前提とした、コンパクト高性能アンテナの試作を試みている。ここでは、アンテナの仕様をシミュレートし、小型で効率の良いアンテナの実現を目指している。しかしながら計算機環境が脆弱であったため、十分な解析が実施できず進展が滞っていた。これに対して、平成 18 年度末期に高性能 CPU を購入できたため、同シミュレーションを推進している。平成 19 年度初等にはこれが完了すると予測できるため、小型高性能アンテナの実現を目指したい。

さらに平成 19 年度においては、先に示した各モジュール類に加えて小型バーコードリーダ・モジュールなども用意し、超小型医用電子タグリーダの実現を目指したい。

D. 考察

保坂が分担する本研究では、五つのテーマを掲げたが、平成 18 年度には主として(1)のアモルファス磁性材料の応用による対金属特性の改善を中心に実施した。他のテーマについても、可能な範囲で「既存の情報を差下降として検討を実施」したり、「情報および物品の収集」を行った。

一連の調査研究から、アモルファス磁性体シートは有効ではあるが、とくにパッシブ型では価格が議論的となりやすいため、現実的な運用を前提とするならばあまり好

ましくないということがわかった。また実験的に、初透磁率の差異に関わらず、認証距離に大きな変化は生じないこともわかった。さらに、共振周波数をあらかじめ調整してタグを設計することで、電子タグの応用範囲の拡大も予測できた。のまた、現時点では問題が表面化していないものの、PLCが13.56MHz帯の電子タグにとって隠れた驚異となる可能性があることがわかった。これについては、とくに平成 19 年度において検証を重ねたい。アクティブタグについては構想の段階ではあるが、従来の概念にとらわれないで最適な仕様を導くことで、パッシブ型と同等程度の高い利便性を付与できる可能性があることもわかった。超小型ハイブリッド型医用電子タグリーダの試作にあたっては、そのアンテナの設計が最も重要になるものと予測される。また、それぞれのモジュールが既製品であるため、各メーカーの協力も強く期待したいところである。

E. 結論

様々なハードウェア的な解析を行った結果、金属対応化を図る場合には、アモルファス磁性体シート以外の策が、相対的に有効ではないかとの結論に至った。また、PLCの潜在的な驚異に対して、早急に検討を加える必要があることがわかった。平成 19 年度には以上の結果を踏まえて、研究をさらに推進したい。

G. 研究発表

1. 国際会議

(1). R. HOSAKA : An Analysis of Suitable Specification of RFID Tag for Realization in Medical Environment, Proc. of World Congress on Medical Physics and Biological Engineering 2006, 4pages (2006, Seoul)

2. 学会発表

- (1). 保坂良資, 山下和彦, 近藤克幸: 医療過誤抑止策としての医用RFIDタグの最適仕様についての考察, 第7回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会講演概要集, pp. 292 (2006)
- (2). 保坂良資, 近藤克幸, 稲田 紘: システムとしてのリスクマネジメント, 計測自動制御学会第21回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp.575-576 (2006)
- (3). 山下和彦, 保坂良資, 伊福部達: 手術場への応用を前提とした工学的アプローチ, 計測自動制御学会第21回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp. 569-570 (2006)
- (4). 保坂良資, 浅染康則, 駒木智秀, 鈴木昌彦, 松野宏紀, 近藤克幸, 稲田 紘: 医療・福祉の現場と情報通信, 第4回生活支援工学系学会連合大会 大会論文集, pp. 102 (2006)
- (5). 保坂良資: 無線通信・認証システムとしての問題解析, 「臨床現場を変える電子タグ」セッション, 第45回日本生体医工学会大会論文集, pp. 191 (2006)
- (6). 保坂良資: 医療現場を想定した高効率金属対応型RFIDタグの研究, 電気通信普及財団 研究調査報告書, 第21巻 (2006)

H. 知的財産の出願

なし

以上

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
松田淳子, 進藤 亜紀子, 丸上輝 剛, 谷 昇子, 藤丸賢一, 川上 清和, 中尾寿成 , 宮本正喜, 堀 尾裕幸, 稲田 紘	ICタグを用いた医療 機器安全管理システ ムの構築	日本生体医 工学会誌, 生 体医工学	44 (Suppl. 1)	194-194	2006
進藤亜紀子, 松 田淳子, 谷 昇 子, 丸上輝剛, 藤丸賢一, 堀尾 裕幸, 稲田 紘	バーコード・ICタグ 併用による薬剤安全 管理システムの構築	日本生体医 工学会誌, 生 体医工学	44 (Suppl. 1)	193-193	2006
Akiko Shindo, Atsuko Matsuda, Shoko Tani, Terutaka Marukami, Kenichi Fujimaru, Yoshiki Yagi, Hiroyuki Horio, Hiroschi Inada	Construction of a Safety Management System for Drug Use by Using an RFID Tag	Nursing Informatics	Nursing Informatics 2006 (The 9th Internationa l Congress on Nursing Informatics)	770-770	2006
Matsuda Atsuko, Shindo Akiko, Marukami Terutaka, Tani Shoko, Fujimaru Kenichi, Nakao Toshinari, Miyamoto Masaki, Horio Hiroyuki, Inada Hiroschi	Management of Medical Equipments for Prevention of Accidents - 13.56MHz RFID System	IFMBE World Congress on Medical Physics and Biological Engineering	Proceedings of World Congress on Medical Physics and Biological Engineering 2006	463-465	2006
R.HOSAKA	An Analysis of Suitable Specification of RFID Tag for Realization in Medical Environment	World Congress on Medical Physics and Biological Engineering	Proc. of World Congress on Medical Physics and Biological Engineering	3608-3611	2006
保坂良資	医療現場を想定した 高効率金属対応型 RFIDタグの研究	電気通信普 及財団 研究 調査報告書	21	255-259	2006

保坂良資, 近藤克幸, 稲田 紘	システムとしてのリスクマネジメント	計測自動制御学会第21回生体・生理工学シンポジウム論文集		575-576	2006
山下和彦, 岩上優美, 保坂良資, 井野秀一, 伊福部達	病院内におけるアクティブ型RFIDの応用可能性について	計測自動制御学会第21回生体・生理工学シンポジウム論文集	第26回医療情報学連合大会論文集	569-570	
保坂良資, 浅染康則, 駒木智秀, 鈴木昌彦, 松野宏紀, 近藤克幸, 稲田 紘	医療・福祉の現場と情報通信	第4回生活支援工学系学会連合大会 大会論文集		102	2006
保坂良資	無線通信・認証システムとしての問題解析	生体医工学	44	191	2006

IC タグを用いた医療機器安全管理システムの構築

松田淳子¹⁾, 進藤亜紀子¹⁾, 丸上輝剛¹⁾, 谷 昇子¹⁾, 藤丸賢一²⁾, 川上清和²⁾
中尾寿成²⁾, 宮本正喜³⁾, 堀尾裕幸¹⁾, 稲田 紘¹⁾

¹⁾ 兵庫県立大学大学院 応用情報科学研究科

²⁾ 株式会社シー・エー・エヌシステム, ³⁾ 兵庫医科大学 医療情報学

Construction of a safety management system for medical equipment by application of an RFID tag

Atsuko Matsuda¹, Akiko Shindo¹, Terutaka Marukami¹, Shoko Tani¹, Kenichi Fujimaru², Kiyokazu Kawakami²,
Toshinari Nakao², Masaki Miyamoto³, Hiroyuki Horio¹, Hiroshi Inada¹

Graduate School of Applied Informatics, University of Hyogo¹, C. A. N. System Co., LTD²,
Department of Medical Informatics, Hyogo College of Medicine³

1. 背景

高度化する医療技術の中で、医療機器を常に万全な状態に管理することは、的確な患者診療と安全確保の上で重要であり、医療事故防止に不可欠である。そこでわれわれは IC(RFID)タグを使用し、医療機器の保守点検管理とアライバイ管理(機器の位置特定・トラッキング)を支援するシステムの構築を試みた。IC タグを用いたのは、自動認識手段として定着しているバーコードとは異なり、非接触で同時に複数の情報を読み取れることと、情報の追加・変更が容易に可能という特徴を有するためである。

システム構築にあたり、医療機器管理の現状把握のため情報収集を行った。医療機器管理は臨床工学技士が担当しているものの、その数はそれほど多くないこと、集中管理や情報化による一元管理はほとんどなされていないこと、そして付属品の紛失が多いことなどがわかった。

2. システム構成

本システムでは、予約、貸出し、返却、点検、管理と業務機能を 5 機能に分類し、端末には PDA を使用して、作業負担を軽減することとした。IC タグは各医療機器と使用者のネームプレートに装着する。IC タグの選定のためには、非接触読み取りのための IC タグと IC タグリーダ/ライタ

間の通信距離や、利用する IC タグの周波数について検討する必要がある。本システムでは、医療機関での無線 LAN の使用など利用環境を考慮し、金属対応可能な 13.56MHz 帯のタグを使用することとした。

3. 考察および結論

医療機器データベースの構築と IC タグを使用することにより、各医療機器のより詳細な稼働状況の把握を可能にし、見読性を高めることによって機器の安全性向上を図る。しかし、さらに安全性を考慮するためには IC タグに格納する情報や医療機器情報の標準化を検討する必要がある。

医療機関において小規模のシステムを構築し、信号読み取りの信頼性なども含めた実証実験を試みた結果、本システムの有用性が窺われた。

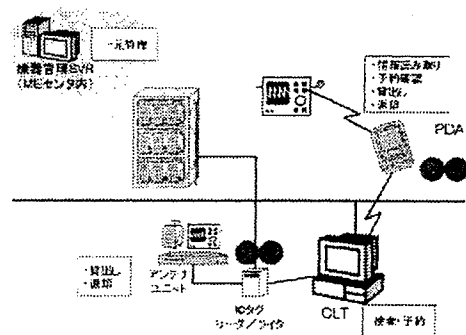


図1 システム全体の構成図 (各部署用)

バーコード・IC タグ併用による薬剤安全管理システムの構築

進藤 亜紀子¹、松田 淳子¹、谷 昇子¹、丸上 輝剛¹、藤丸 賢一²、堀尾 裕幸¹、稲田 紘¹
 兵庫県立大学大学院 応用情報科学研究科 ヘルスケア情報科学コース¹
 株式会社シー・エー・エヌシステム²

Construction of Safety Management System for Drug Use by Using a RFID Tag with Barcode

Akiko Shindo¹, Atsuko Matsuda¹, Shoko Tani¹, Tenutaka Marukami¹, Keniti Fujimura², Hiroyuki Horio¹, Hiroshi Inada¹

Course of Healthcare Informatics, Graduate School of Applied Informatics, University of Hyogo¹, C.A.N. System Co., LTD.²

[背景] 医療事故の顕在化により、事故防止の対策強化が叫ばれている。薬剤誤投与防止対策として、現在バーコードによる薬剤チェック・患者認証システムがあるが、バーコードは含有情報が少ないため、頻繁に変化する処方オーダーに対応するには、その都度書き換えなければならない、などの課題を抱えている。そこで、バーコード・IC タグ併用による薬剤安全管理システムの構築を試みた。このシステムでは、全ての管理を IC タグで行うのではなく、今後バーコードにより使用単位にまで標準化される医療用医薬品流通コードを利用し、追記が必要なものに IC タグを使用しようとする。主な機能は、①情報の追記、②薬剤の保管監視、③情報の参照である。今回は重要薬剤である麻薬管理を中心として、金庫保管や状態履歴機能および帳簿に関する管理を行い、正確な情報に基づく患者認証を行うシステムを構築しようとした。

[方法] 本システムは、麻薬（今回は注射薬剤のみ）単体に譲受時から IC タグを取り付けることにより、薬剤のトレーサビリティを確保し、麻薬の安全管理を行うシステムである（図 1 参照）。システム構成は、薬剤部に管理サーバを置き、日常業務は主にバーコードリーダー・RFID リーダ/ライタ付きの PDA を使用して行う。本システムでは、前述した情報の追記、薬剤の保管監視といった機能を使用して、薬剤を厳重に保管し、リアルタイムに正確な情報による患者照合を行うことを可能としている。システムの特徴は、以下の通りである。

1 金庫保管管理 薬剤部および各病棟に設置している金庫は、電子ロック式のものを使用する。PC に解

錠者の ID とパスワードを入れ解錠することで、解錠者の履歴を管理し得る。また、金庫に RFID リーダを取り付け、麻薬の取り出し履歴を管理する。

2 状態履歴 麻薬使用の状態を単体（アンプル単位）で管理するために、麻薬に取り付けた IC タグに個体識別番号を入力し、使用者情報を把握するために、処方箋番号も入力する。また、麻薬の各種届出に使用することを考え、タグに未使用・使用・残量あり・事故流出（回収あり）・事故流出（回収なし）などの情報を入力した。

3 在庫管理（台帳管理） 麻薬の譲受から病棟への払出、使用、廃棄等の履歴を単体で取ることにより、在庫数を把握し、厳密な台帳管理を可能とする。これらのデータにより、麻薬管理で必要となる調剤済麻薬廃棄届けや、麻薬事故届、年間麻薬譲受・譲渡証作成の簡略化が可能となる。

[結論] 本研究で試みている IC タグを使用した麻薬管理システムの構築は、より安全な医療行為を可能とするものである。この技術は医療分野で拡張可能な技術であるため、今後も検討を重ねていきたい。

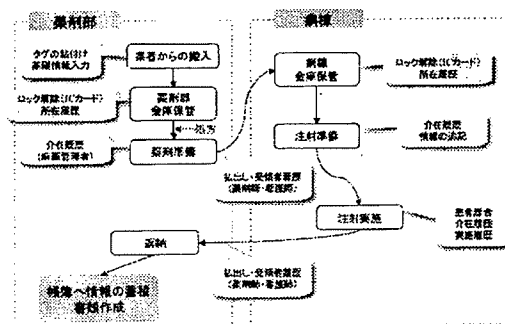


図 1: 麻薬情報の流れ

専門別研究会

Construction of a Safety Management System for Drug Use by using an RFID Tag

Akiko Shindo^a, Atsuko Matsuda^a, Shoko Tani^a, Terutaka Marukami^a,
 Kenichi Fujimaru^b, Yoshiki Yagi^c, Hiroyuki Horio^a, Hiroshi Inada^a

^a Course of Healthcare Informatics, Graduate School of Applied Informatics, University of Hyogo, Kobe, Japan

^b C.A.N. System Co., LTD., Osaka, Japan, ^c MICRONIX Co.,LTD., Uji, Japan

Abstract

We constructed a safety management system for narcotic drug use by using an RFID tag with barcode. In this system, RFID tags are mainly used for postscript of information, while barcodes, especially standardized unit drug codes for distribution, are used for drug identification. The outline of the system is described in the present paper.

Keywords: Safety Management, Narcotic Drugs, RFID Tag, Barcode

Introduction

In order to prevent various medical accidents, information techniques are expected to be applied, Management of narcotic drugs is considered as being very important for the prevention of medication accidents. In this study, construction of a safety management system for narcotic drug use in the wards was tried by applying an RFID tag.

Materials and Methods

1. The outline of the system

System composition is shown in Fig.1. A management server is installed in the department of pharmacy. A PDA with a barcode reader and an RFID reader/writer is used for reading and writing information for management, which is recorded on RFID tags and barcode.

2. The feature of the system

a. Safe storage control

An electronic lock-type safe was developed. It can be unlocked by radio, by entering the ID and the password of personnel in the PDA. An RFID was attached to the safe to manage histories of taking out drugs, such as users' ID and time of locking and unlocking the safe.

b. State history

In order to manage the state of drug use, an individual identification number was inputted into an RFID tag attached to the drug. A prescription number was also entered in the tag in order to grasp the information of a drug user.

c. Stock control (ledger management)

By taking histories of warehousing, expenditure, use and abandonment of drugs, the size of the inventory is grasped and strict ledger management can be made.

These data enable simplification of the making of various documents for drug management.

Results and Discussion

By the Narcotics and Psychotropics Control Law, it is mandatory to conduct management of a drug in Japan. However, inspection on the spot revealed that the rate of violation, such as by illegal management / storage of drugs, is about 40 percent [1]. Although the system is under construction at present, it will be operated in a few months and it is expected to be useful for the safety management of drug use in the wards.

Conclusion

We tried to construct a safety management system for drug use by using an RFID tag. This technology might be extensible to other safety management systems in the medical field.

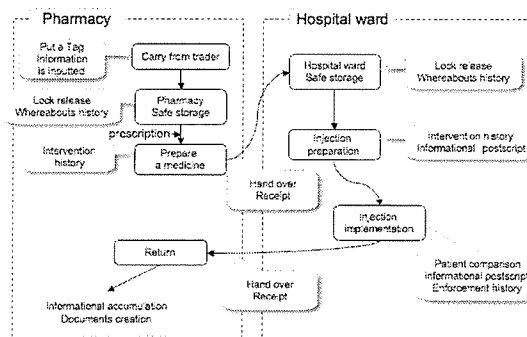


Figure 1 - System Composition

Acknowledgments

We would like to thank those who made useful comments through this study.

References

- [1] Yukihiisa Saito. The important matter and violation example of drug handling in a hospital. Journal of the Tokyo hospital pharmacists association 2005; 54(1): 43-46.

Address for correspondence

E-mail: helfrichi53@mac.com

Management of Medical Equipment for Prevention of Accidents - 13.56MHz RFID System

Matsuda Atsuko^{1,3}, Shindo Akiko¹, Marukami Terutaka¹, Tani Shoko¹, Fujimaru Kenichi², Nakao Toshinari², Miyamoto Masaki³, Horio Hiroyuki¹, Inada Hiroshi¹

¹ Graduate School of Applied Informatics, University of Hyogo

² C. A. N. System Co., LTD,

³ Department of Medical Informatics, Hyogo College of Medicine

Abstract— Medical equipment is essential for present medical services. It is important and indispensable for prevention of medical accidents to manage medical equipments for maintenance and inspection. That is, adequate management of the equipment ensures not only security but also accurate diagnosis and treatment for patients.

Clinical engineers (CEs) have engaged in the medical equipment management in Japan. Usually, they manage various medical equipments manually. Centralized management and application of information techniques to it is scarcely conducted.

Therefore, we tried to construct a safety management system of medical equipments by using an RFID tag and a PDA, which can support management of maintenance, inspection and alibi of equipments. Merits of an RFID tag are that it is possible for an RFID tag to obtain information of plural targets without contact, and to rewrite and add information.

In the developed system, unified management is adopted, in which function of order, lending, return, inspection and control is possessed. As an RFID tag, we used the one corresponding metals, the frequency band of which is 13.56MHz for the system. The frequency band is different from the band used for wireless LAN utilized in the hospital and considered to be suitable for the system. A database of medical equipments is made in order to grasp the states of equipment operation.

We constructed a small-sized system and tried to conduct an experiment for confirmation of its utility. As a result, it is suggested that the developed system in the present study is useful for safety management of medical equipments. Furthermore, security and reliability of signal reading of an RFID should be examined to construct the practical system.

Keywords—safety management of medical equipments, prevention of medical accidents, RFID tag

I. INTRODUCTION

Various kinds of medical equipments are used in the medical field. It is important and indispensable to manage medical equipments in order to prevent medical accidents. However, the management is conducted manually by CEs in

the many medical institutions at the present time. Centralized management and application of information techniques to it is scarcely introduced. As a result, it is not easy to make not only alibi management of equipments but also maintenance and inspection for safety management and not a few accidents originated from inadequate management of equipments have occurred recently.

The Japanese Government showed the need of the safety management measures to prevent medical accidents in the medical institution [1] [2]. Use of an RFID tag is recommended as one of the measures for safety management.

Therefore, we planned to conduct the safety management for medical equipments by applying an RFID tag and started to study on construction of the system by which the maintenance and inspection management and alibi management (location confirmation and tracking of equipments) of the medical equipments can be supported by using an RFID tag. It is the first trial to construct the system for medical equipment management by using an RFID tag in Japan.

II. THE PURPOSE OF THE STUDY

The purpose of this study is to realize a medical equipment safety management system which should make it possible to facilitate the safety medical equipments and to reduce the trouble on its use by using an RFID tag. The concept of unitary management of all the information on the medical equipment is introduced to the system.

In this system, an RFID tag is attached to each medical equipment and it becomes possible to collect various information on the safety management and all medical equipments information for alibi management (Who use it? When and where is it used?). Furthermore, information concerning the sterilization and disinfection of equipments is also obtained to prevent infectious diseases by construction a medical equipment database.

Generally, the RFID tag has merits that it is good for medicines and chemicals such as acid or alkali, and it is

suitable for use in the medical circumstances. Furthermore, the information stored in RFID tags can be read without contact and also the information of plural tags can be read together.

III. METHOD

A design policy of the function of the system: This system has five functions, order, lending, return, inspection and control of medical equipments. We adopted unitary management system of the information on medical equipments. However, both central control in the ME center and decentralized control in each post can be conducted concerning physical management (e.g. Fig. 1, Fig. 2,..).

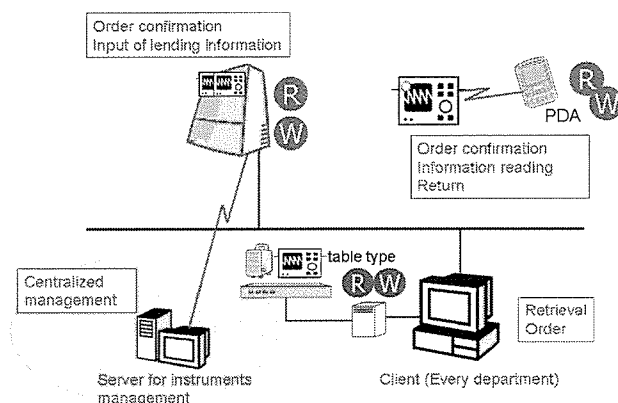


Fig. 1 System Composition (Every Department)

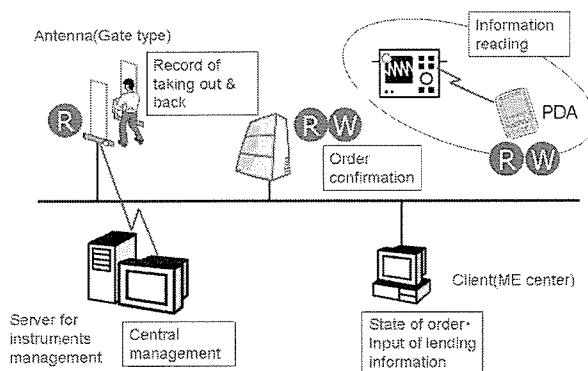


Fig. 2 System Composition (ME Center)

Taking out medical equipment is permitted, if order information of the equipment in the RFID tag attached to it is confirmed. For emergency, rush lending is possible when a state of order of the equipment is confirmed by using a PDA. Furthermore, the synchronism of the data for the management is realized with a wireless LAN. We built a small-sized system and substantiated in a hospital which had about 800 beds (O Hospital).

Hardware: As the RFID tag, we use the one corresponding metals, the frequency band of which is 13.56MHz. The frequency band is different from the band used for wireless LAN utilized in the hospital and considered to be suitable for the system. The access point of the wireless LAN is installed in the ME center. Position of attachment of an RFID tag is the side of the medical equipment.

As an RFID tag reader/writer, both types, a table type and a PDA type are used.

IV. RESULTS OF THE RESEARCH

The data stored in the RFID tag are the ID information to access a medical equipment database, lending records, inspection records and information concerning precautions and a simple manual. The safety of machines was improved by making it possible to grasp detailed information on operation and control by construction of medical equipments database.

An RFID tag owns ID information with the individual. User certification is made by checking ID information with the password and the individual ID of the RFID.

The user certification of the PDA can be done only in the area of use of the wireless LAN.

A table type and a PDA type RFID tag reader/writer was used for the lending and the return. As a table type can read much information at a time, efficient works became possible. However, in case of a large machine, a PDA type was suitable because it was difficult to move it near the table type reader/writer.

It is desirable to obtain various information on the operation of the equipment. In the system, manuals for operation of equipments were made by a PDF file. We stored them in the medical equipment database and they can be perused with a PDA. The PDA is also utilized for the daily operation such as the opening inspection and the closing inspection.

The CE group of the before-mentioned O Hospital supported the use of a PDA as the terminal of the system.

V. DISCUSSION

This study was conducted to realize a medical equipment safety management system by which troubles in use can be reduced. We used an RFID tag and unitary management is adopted in the system. It is expected that the medical equipment management will be improved by checking information of history of use, maintenance and inspection of medical equipments etc. stored in the RFID attached to the equipments. It is the first trial to apply an RFID to medical equipment safety management system while a management system which uses a barcode system was developed. It is possible to obtain information of plural target equipments without contact and to rewrite and add the information which is necessary for the management by this system. Therefore, it is considered that our system is superior to the above-mentioned system using a barcode.

In our system, not only a PC but also a PDA is used as a terminal. By the system, information of manuals for equipment operation made by a PDF file can be read via a PDA. The management works by medical personnel may become easier by using a PDA such as at the bedside. This is one of characteristics of the system.

It is also the first trial to contain the manual information for the operation in the management system. This concept is supported by the CEs and the nurses of O Hospital, because operation methods of the equipments are not standardized in Japan although various kinds of the equipments whose function is same are used.

As a PDA with a RFID tag reader/writer, we adopted the one manufactured by Olympus Co. Ltd. whose weight is 300g. Of course, a light and easy operational PDA is suitable for the system. At the present time, there is few such a PDA. Development of such one is desirable in near future for the system.

We constructed a small-sized system in O Hospital and tried to conduct an experiment for confirmation of its utility.

As a result, it was suggested that the development of the system is useful for safety management of medical equipment from the evaluation by the personnel of O Hospital.

VI. CONCLUSION

In this study, the safety management system for medical equipment was successfully developed by applying an RFID and the system was considered to be useful for the management. In the next place, we must build the system on a full scale and confirm the utility of the system by installing it in a hospital.

Furthermore, security and reliability of signal reading of an RFID should be examined in order to construct the system for practical use.

REFERENCES

1. MHLW at <http://www.mhlw.go.jp/english/index.html>
2. MPHPT announces results of investigation concerning the effect of electromagnetic wavers on medical equipment at http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/contact.html
3. Akiyama M, (2005) Electronic clinical record with medical treatment distribution management. SHINIRYO 32:120-124
4. Sakai J, (2005) Standardization of Product Bar Code for Medical Device Physical Distribution. SHINIRYO 32:125-129
5. Watanabe J et al. (2004) Experiments on Security of wireless Network for Medical Use. JAMI 24(1):187-192

Address of the corresponding author: Kobe HorbordaInd Center Building 22F, 1-3-3 Higashikawasaki-cho, Chuo-ku, Kobe City, 650-0004 Japan

Author: Atsuko Matsuda
 Institute: Graduate School of Applied Informatics,
 University of Hyogo
 City: Kobe
 Country: Japan
 Email: ab06w404@ai.u-hyogo.ac.jp

An Analysis of Suitable Specification of RFID Tag for Realization in Medical Environment

R. HOSAKA¹

¹ Shonan Institute of Technology, Fac. of Engng., Dept. of Information Science, Fujisawa, Japan

Abstract— Most of medical accidents around patients are depended on misidentification of human or medical articles. The accidents can be reduced, if information about the human or medical articles are managed automatically. RFID(Radio Frequency Identification) tag can be identified automatically, since the tag uses wireless communication for identification. It is effective media to reduce the medical accidents. However, a specification of medical use RFID tag as a communication media was not discussed. In this study, the problem for realization of the tag and suitable specification of the tag are discussed. Anti metal tag is useful for medical environment. Small identification distance of the tag can be improved by suitable design of Q in the tag circuit. In the case of 125 kHz, confliction between another wireless communications can be reduced, since small number of communications are located in the band. The tag circuit can be made small in size to choice 2.45GHz band. In Japan, 0.4mm square sized tag is realized. The tag can be included in each tablets or capsules. Automatically identification is recommended in most of medical environment. Most of RFID tags are small in size and weight, and will not disturb the daily life of the patient, even if it is attached to the wristband or and so on. However, it is necessary to discuss the principal factors of RFID as wireless communication media. Medical use RFID system can not be effective and safety management system without the discussion.

Keywords— RFID, Medical Use, Safety Control, Frequency, Cost

I. INTRODUCTION

The number of medical accidents has recently been increasing. Most of the accidents around the patients are depended on misidentification of human or medical articles. For example, patient A was identified as patient B in a surgical room. The accidents can be reduced, if information about the human and medical articles are managed automatically. Nowadays, Bar code is one of effective medium to manage the human and medical articles. However, the bar code cannot be identified automatically, since the code is printed matter. On the other hand, RFID (Radio Frequency Identification) tag can be identified automatically, since the tag is using wireless communication for identification. It is effective medium to reduce the medical accidents. However, a specification of medical use RFID as a commu-

nication medium is not discussed. There are several problems around the medical use RFID¹⁾. In this paper, the problems for realization of the tag and suitable specification of the tag are discussed.

II. MEDICAL ACCIDENT AND HUMAN ERROR

At medical care site, the general principle is established that the patient environment is safe, except for in hospital infections such as MRSA. Because of this situation, there has been no positive effort to improve the safety of the patient environment. Recently, some hospitals have been testing incident reports in an effort to prevent accidents. However, depending on the cases, the problems arise that the effort many be connected directly to individual labor evaluations and has not been developed to stage of nationwide execution. At present, the number of patients continues to increase gradually, while the number of nurses involved in nursing procedures is not increasing, but is actually tending to decrease.

In the situation, there is little possibility of preventing human error. Some hospitals use wristband type nametag attached to the patient. In some hospitals, bar code labels are attached to bottles of medicines and the other medical articles. However, these tags and labels may not function as

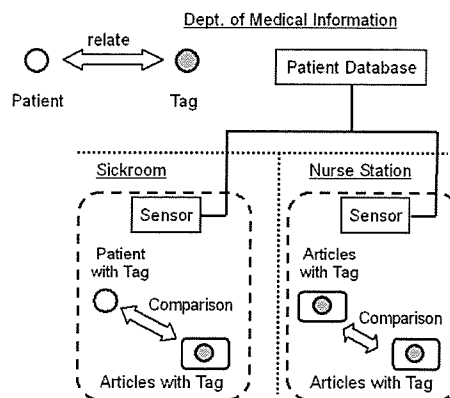


Fig.1 Construction of supposed system