

平成 2 6 年 6 月 2 3 日現在

機関番号：3 2 7 0 6

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：2 3 5 9 0 6 2 3

研究課題名（和文）パッシブRFIDタグによるME機器の自動的な包括管理の研究

研究課題名（英文）A study for total automatic management of ME equipment by using passive RFID tag.

研究代表者

保坂 良資（HOSAKA, RYOSUKE）

湘南工科大学・工学部・教授

研究者番号：7 0 1 7 3 5 8 1

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,200,000 円、（間接経費） 1,260,000 円

研究成果の概要（和文）：920MHz帯に代表されるUHF帯パッシブRFIDタグシステムは高機能である。これは認証域が大きく、医療環境の個体認証に適する。ここでは、ME機器の包括管理を目的としたUHF帯パッシブRFIDタグシステムの有用性を解析した。ME機器センタ・病棟器材庫・病棟処置室の3カ所で現実的なタグの認証域を測定し、十分な認証域が得られた。本研究の範囲では、ヌル点の多くは建物の構造に依存して生じ、その位置は相当程度予測可能であることがわかった。病院ネットワークによるME機器所在管理システムも実現した。パッシブRFIDタグシステムの電磁的安全性についても解析し、様々なME機器に対して安全であることがわかった。

研究成果の概要（英文）：UHF band (920MHz band) passive RFID tag system has high performance. By using the system, medical individuals can be identified away from the reader antenna. In this study, its advantages are analyzed by some experiments for ME equipment location management in hospital. Realistic identification area of the tag to detect ME equipment are measured at ME equipment maintenance center, stock room in sick ward and treatment room in sick ward. In the results of experiments, it is considered that the identification area is enough to detect the ME equipment in all cases. It is also considered that null point location can be predicted, since the null point appeared at specific spot by structure of the building. Remote tracking system for the ME equipment is realized by using the tag system and hospital network system. Electromagnetic safety is also analyzed. In the result of experiments, the safety level for several category of the ME equipment are confirmed.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：境界医学・医療社会学

キーワード：パッシブRFIDタグ UHF帯 ME機器 自動認証

1. 研究開始当初の背景

一般に、輸液ポンプやシリンジポンプに代表される小型 ME 機器は、ME 機器センターなどと呼ばれる部署で一括管理され、定期的なメンテナンスの後に必要とされる部署に貸し出されていた。しかし多くの病院では、これらの内の相当数が、「緊急時対応」などの理由の下で病棟などに留置され、行方不明となっていた。これはメンテナンス不備などの状況を招き、患者の安全性を阻害することとなる。また行方不明のまま転院患者と共に、他院へ移動してしまうこともあった。このような事象の背景には、これらの機器の貸し出し処理が伝票もしくはバーコード登録にのみ依存しているという事情があった。伝票やバーコードでは、貸し出し処理は実施できるが、その後の追跡はできない。このような状況から、貸し出した小型 ME 機器の院内所在管理を実時間で実現できるシステムが渴望されていた。

個体を認証するための情報メディアとしてはバーコードが一般化しているが、最近では RFID タグも Suica などでも普及しつつある。秋田大学では、Suica と同じ原理の RFID タグを 2004 年から院内でヒト・モノ認証に応用し、医療過誤の縮小を実現している。しかしこの形式のタグは認証域が小さく、小型 ME 機器の自動追跡には適さない。一方、2006 年頃より、長距離認証が可能な UHF 帯パッシブ RFID タグも提案されてきた。これを活用すれば数 m の認証域を確保できるため、アンテナ系を適切に設計すれば、院内で移動する小型 ME 機器などの個体の所在管理に応用できる。

2. 研究の目的

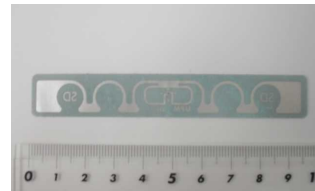
本研究では、長距離認証が可能な UHF 帯パッシブ RFID タグ、中でも最新の 920MHz 帯タグシステムによる小型 ME 機器の院内所在管理の可能性について実験的に明らかにすることを目的とする。また、認証が途絶しやすいヌル点の状況やリーダシステムの電磁的安全性についても実験的に評価する。さらには、院内随所に置かれた小型 ME 機器の所在を実時間で管理できるソフトウェアシステムの試作まで、包括的な所在管理のための研究を実施する。

3. 研究の方法

(1). 現実的な認証域の測定

ここでは、札幌医科大学附属病院にて、小型 ME 機器に添付する 920MHz 帯パッシブ RFID タグの、現実的な認証域を明らかにする。同時進行的にヌル点の位置解析と院内遠隔認証、小型 ME 機器の所在管理システムの試作も実施する。

認証域測定実験に使用した機器を図 1 に示す。同図(a)が小型 ME 機器添付用として用意したタグである。UPM 社の short dipole 型を用いた。同図(b)が 920MHz 帯リーダである。ここでは、impinj 社の speedway を用いた。このリーダの最大出力は 1W である。同



(a). 実験に用いたタグ



(b). 実験に用いたリーダ



(c). 実験に用いたアンテナ

図 1 実験用 920MHz 帯 RFID システム

図(c)が Wireless Edge 社の利得 9dB のアンテナである。これらのリーダとアンテナを、札幌医科大学附属病院の ME 機器センター、病棟器材庫、病棟処置室に設置して、それぞれの箇所の認証域を測定した。すべての箇所でアンテナは地上高 2400mm の位置に下向き 45 度で設置した。出力は 1W とした。また補足的に、病棟出入り口でも認証域を測定した。こちらではアンテナ位置は同様として、出力は患者の安全に配慮して 0.25W とした。

(2). 電磁的安全性の評価

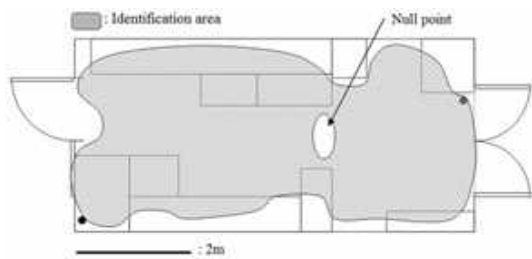
ここでは、(1)で実験に使用したリーダとアンテナの組み合わせで生じる電界の強度を測定した。電界強度の測定には、NEC 製の小型スペクトラムアナライザ SpeCat2 を用いた。図 2 に SpeCat2 を示す。これのアンテナを、各認証域測定箇所に設置した図 1(c)のアンテナ表面から、10mm, 50mm, 100mm, 300mm, 500mm, 1000mm, 3000mm 離れた位置に設置して電界値を測定した。



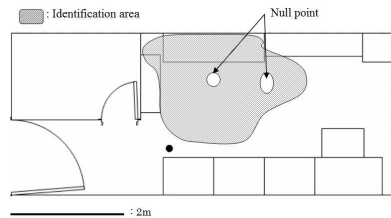
図 2 SpeCat2

4. 研究成果

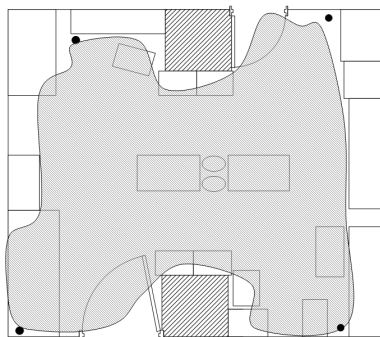
図 3 に各認証域測定箇所の測定結果を示す。同図(a)は ME 機器センター、(b)は病棟器材



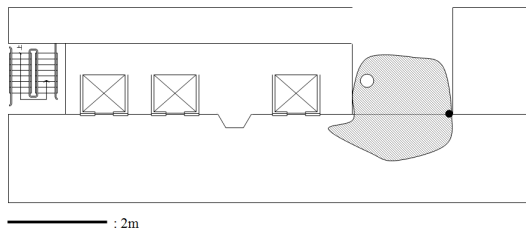
(a). ME 機器センターの認証域



(b). 病棟器材庫の認証域



(c). 病棟処置室の認証域



(d). 病棟出入り口の認証域

図3 認証域測定結果

庫、(c)は病棟処置室、(d)は病棟出入り口の状況である。灰色の箇所がタグが認証された範囲である。図中の黒点がアンテナを設置した位置である。ヌル点も示した。(a)(b)では、ME 機器が置かれると想定される棚の内部まで認証域が達している。(c)の処置室には処置台やカート、各種のスチール棚が配されており、多くの反射波が生じることで認証域の縮小が予測された。しかし結果的には、ほぼ室内全域を認証域とすることができた。(d)では出入り口を中心にほぼ直径 2m の認証域が得られた。簡易実験的に、ネームカードと共に胸部に図 1(a)のタグを入れて 10 往復したが全数認証された。ここで(a)(b)ではヌル点も見られたが、時間的に定在性が高く建築物の構造や物品の配置に依存するものと考えられる。したがって本研究の範囲では、ヌル点が存在してもその位置は事前に予測できる場

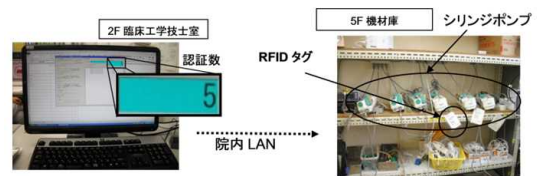


図4 遠隔認証実験

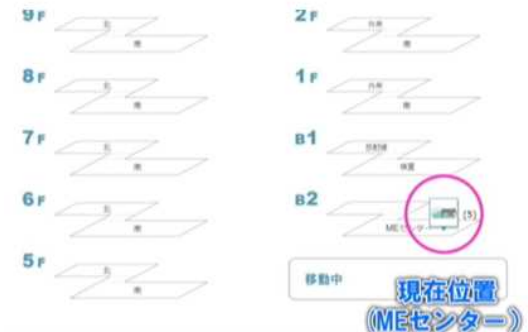


図5 小型 ME 機器所在管理施策システムの画面

合もあり、対処は可能と考えられる。

図 4 に、図 3(b)の病棟器材庫物品棚に置かれたシリンジポンプの台数を、臨床工学技士室の PC 上で遠隔的に認証している状況を示す。多くの RFID リーダは IP アドレスを付与できるため、院内ネットワークへの接続は容易である。図 5 に小型 ME 機器の院内所在管理のために試作したソフトウェアシステムの画面の一例を示す。

図 6 にリーダアンテナから放射される電界強度の測定結果を示す。ここでは、リーダ出力を 1W としたときの結果を示す。一般に、携帯電話機や RFID 機器に対しては、厚生労働省・経済産業省・総務省が安全ガイドラインを示している。ところがそれらの安全マージンは過大に大きく、さらにそれらのガイドラインとして示される安全距離の根拠が希薄である。このためここでは、小型 ME 機器などの医療用電子機器のイミュニティ試験値を基に、それらの機器に対する安全性を示すこととした。医療用電子機器のイミュニティ試験値とは、それらの機器に外来電磁波が放射された際に、機器が耐えうる電界の強度である。これは 1983 年に策定された医療用電気機器の安全基準を定めた JIS T1001 に記されている。現在では JIS C61000-4-3 に引き継がれている。すなわち、各医療用電子機器はそこに記された電界強度まで耐えられる設計でなくてはならず、それ以下の電界値で誤動作を生じた場合、その機器に原因があるとするものである。したがって、RFID 機器においても、アンテナから放射される電磁波がこれを上回ると、ME 機器が誤動作を生じる可能性があり注意を要する。これを下回っている限りは、その可能性は少ない。この境界値を、ここでは安全臨界値と名付けた。図 6 の中程に見られる破線は、輸液ポンプなどを含む一般 ME 機器の安全臨界値である。

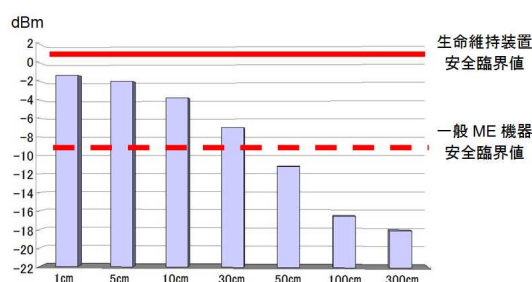


図 6 出力 1W でリーダから放射される電界の強度

同じく上方に見られる実線は、心臓ペースメーカを含む生命維持装置の安全臨界値である。同図からわかるように、一般 ME 機器については、出力 1W の場合 400mm 以内に近づけると誤動作を生じる可能性があることがわかる。しかし生命維持装置に対しては、10mm まで近づけても安全であることがわかった。前述のガイドラインでは、患者の安全を護るため、この状態で 1000mm 離すことが推奨されている。このことから、いかに過大な安全マージンが設定されているかわかる。

本研究の実施により、現実的な医療環境で、UHF 帯パッシブ RFID タグシステムは十分な機能を有していることがわかった。ヌル点も生じたが、本研究の範囲では、多くは構造物や物品の配置に依存している可能性が高いこともわかった。電磁的な安全性もまったく問題なく、患者の驚異となる電界値は観測されなかった。また同時に、現在各省が示している安全ガイドラインを、早急に現実的な内容に刷新すべきであることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

- ① 保坂良資：これまでの医用ワイヤレスシステムと最新 RFID，電気学会論文誌 C 電子・情報・システム部門誌，第 133 巻，pp. 536-539 (2013)
- ② 赤羽智幸，保坂良資，室橋高男：UHF 帯パッシブ RFID タグを用いた ME 機器包括管理システムの基礎的検討，第 33 巻，PP. 15-25 (2013)
- ③ Ryosuke HOSAKA, Takao MUROHASHI：Experimental trial to detect medical engineering equipments in hospital by passive UHF RFID tag, Proc. of 2013 7th. International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT), Vol.7, pp. 81-84 (2013)
- ④ 赤羽智幸，保坂良資，室橋高男，大谷真：病院内 ME 機器包括管理への応用のための UHF 帯パッシブタグの認証機能に関する基礎的検討，生体医工学，第 50 巻，PP. 124-130 (2012)

- ⑤ 保坂良資：医療現場で真に役立つ医用 RF タグ，自動認識，第 24 巻，PP. 19-24 (2011)
- ⑥ R. HOSAKA and T. AKAHANE：Evaluation of 950MHz RFID tag system as a marker for patient tracking at ward in hospital, 5th European IFMBE Conference IFMBE Proceedings, PP. 1136-1139 (2011)

〔学会発表〕(計 18 件)

- ① 保坂良資：SPD(Supply Processing and Distribution)とRFIDによる個体認証，SPD研究会(招待講演)，2014年02月26日，東京
- ② 保坂良資：RFIDによる臨床現場ヒト・モノ認証のこれまでとこれから，第33回日本医療情報学会大会(招待講演)，2013年11月21日，神戸
- ③ 保坂良資：院内無線機器の電磁的安全性についての電界強度に立脚した一考察，第33回医療情報学会大会，2013年11月21日，神戸
- ④ 保坂良資：UHF帯パッシブRFIDタグの臨床現場への応用可能性評価，第15回自動認識総合展B/T Spice 自動認識セミナー(招待講演)，2013年09月26日，東京
- ⑤ 保坂良資：臨床現場の支援技術とリスクマネジメント，平成25年電気学会 電子・情報・システム部門大会(招待講演)，2013年09月06日，北見
- ⑥ 保坂良資，室橋高男：パッシブUHF帯RFIDによる院内ヒト・モノ認証についての基礎的検討，第14回日本医療情報学会看護学術大会，2013年07月12日，札幌
- ⑦ 保坂良資，室橋高男，向島智昭，新美則明，細井博之：UHF帯パッシブRFIDタグによる院内個体管理の実現可能性と電磁的安全性評価，第17回日本医療情報学会春期学術大会，2013年06月21日，富山
- ⑧ 保坂良資：RFIDによる患者の安全管理，日本生体医工学学会北海道支部第41回生体医工学研究会(招待講演)，2012年12月07日，札幌
- ⑨ 保坂良資：臨床現場のリスクと安全支援技術，第32回医療情報学連合大会，2012年11月16日，新潟
- ⑩ 保坂良資：UHF帯パッシブRFIDタグによる病院内安全管理—小型ME機器の院内所在管理について—，第14回自動認識B/Tセミナー Session01 病院内で進む導入(招待講演)，2012年09月13日，東京
- ⑪ 保坂良資，室橋高男：UHF 帯パッシブRFIDタグによる小型ME機器の院内所在管理，電気学会医用・生体工学研究会，2012年06月22日，札幌
- ⑫ 保坂良資：医療環境の安全性と医療用RFIDタグ，第87回日本医療機器学会大会(招待講演)，2012年06月08日，

札幌

- ⑬ 保坂良資：臨床現場への RFID 応用についての実験的検証ー小型 ME 機器所在確認を前提としてー，計測自動制御学会 安心安全電磁環境研究会（招待講演），2012 年 06 月 05 日，東京
- ⑭ 保坂良資：施設内患者追跡マーカとしての UHF 帯 RFID タグの性能評価，日本生体医工学会第 51 回大会，2012 年 05 月 11 日，福岡
- ⑮ 保坂良資，赤羽智幸：RFID タグによる院内患者トラッキングの基礎解析，日本早期認知症学会・日本生体医工学会 BME on Dementia 研究会コラボレーションカンファレンス，2011 年 10 月 1 日，相模原
- ⑯ 保坂良資：医療現場での医用 RF タグの活用について，日本自動認識システム協会（JAISA）第 3 回 RFID 部会（招待講演），2011 年 8 月 26 日，東京
- ⑰ 保坂良資，赤羽智幸，室橋高男，大谷真：UHF 帯パッシブ RFID タグによる ME 機器の院内統合管理のための基礎的解析，信学技報、MBE2011，2011 年 6 月 17 日，札幌
- ⑱ 保坂良資：950MHz 帯パッシブ RFID による ME 機器の病院内包括管理の研究，第 50 回日本生体医工学会大会，2011 年 5 月 1 日，東京

〔図書〕（計 1 件）

- ① 保坂良資：医療現場のヒューマンエラーを防ぐ RFID システム，技術情報協会（2013）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 2 件）

名称：医療機器管理システム

発明者：保坂良資，室橋高男，向島智昭

権利者：同上

種類：特許

番号：2012-128343

出願年月日：2012 年 06 月 05 日

国内外の別：国内

名称：トリアージタグ、該トリアージタグのトリアージ区分判別方法、及び IC タグリーダー

発明者：新美則明，保坂良資，細井博之

権利者：同上

種類：特許

番号：2013-188597

出願年月日：2013 年 09 月 11 日

国内外の別：国内

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

保坂 良資 (HOSAKA RYOSUKE)

湘南工科大学・工学部・教授

研究者番号：70173581

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし