

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 1 日現在

機関番号：12301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23590585

研究課題名(和文)新しいRFIDを利用した病院業務定量化の確立

研究課題名(英文)Efficiency and Safety of New Radiofrequency Identification System in a Hospital

研究代表者

齋藤 勇一郎(SAITO, Yuichiro)

群馬大学・医学部附属病院・准教授

研究者番号：30344922

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円、(間接経費) 1,080,000円

研究成果の概要(和文)：新しいRFIDは、約2.5m四方の範囲で認識可能であり、病棟の医療機器やペースメーカーなどの生命に重要なデバイスの作動に影響を与えることはなかった。RFIDにより看護管理者が定性的に捉えていた看護実施状況を定量的に捉えることが可能になり、看護配置や看護必要度を定量的に評価することができた。当然ながら、RFIDで得られる情報は、業務内容や目的などの業務特性は含まれないが、電子カルテやオーダーエントリーシステムを導入している施設ならば、指示情報や看護記録などと照合が可能であり、より詳細な分析が可能となる。病院の看護業務マネジメントにRFIDを有効活用できる可能性が示された。

研究成果の概要(英文)：New RFID tags increased read accuracy, even with the tag placed on metallic objects. However, the read range seemed to be reduced from an average of 2.5m. Electric fields produced by RFID had no significant effects on cardiac pacemakers. The RFID systems did not interfere with ICDs. ECG recorder, ECG monitor, IABP, infusion pump, and respirator were worked normally under operation of RFID systems. Radiofrequency tags attached to people and capital equipments within our hospitals provide more extensive identification than traditional bar coding can. The results show that our system's average positioning and orientation measurement outperforms existing systems in terms of accuracy. Radiofrequency identification data technology was found to provide feasible and accurate means for capturing and evaluating nursing time spent in patient rooms. Depending on the outcomes patient room, leaders should work with staff to maximize patient care time.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：医療社会学

キーワード：RFID 情報システム 病院業務

1. 研究開始当初の背景

RFID (Radio Frequency IDentification) の病院への応用は、医薬品管理や医療物品の追跡に有用と考えられてきた。しかしながら、RFID 技術の潜在的可能性はより高く、病院スタッフに適用することで、病院マネジメントに有効なデータを収集、活用できると考えられる。本研究は、医療スタッフ、病棟機器に RFID 装置をつけて、業務行動の範囲や回数、時間などのデータを収集、分析して、病院マネジメントに活用する方策を検討した。

2. 研究の目的

病院での RFID 技術の応用は、医薬品や機器の管理、徘徊患者の追跡など、様々な用途に有用と考えられ研究が進められている。これら先行研究は、医薬品や物品の数量や所在場所などの検知と管理に主眼があり、その他の管理への応用はほとんど見当たらない。しかし、RFID の潜在的可能性はより広く、病院スタッフや病棟機材の稼働管理に適用することで、所在や数量に限らず、病院マネジメントに幅広く有効なデータを収集できると考えられる。例えば、診療に関わる院内スタッフの業務や所要時間、動線などの行動データを収集できれば、スタッフ配置の計画、診療計画の記録や評価に有用である。クリニカルパスについて、カルテや看護記録と併せて行動データを評価すれば、パスの実効性、医療の質や安全に必要な看護師配置、病棟機材の適正数量や配置などに関する知見を得られると考えられる。各医療スタッフの患者あたりの稼働データを収集できれば、DPC や看護必要度と実働の一致・乖離も評価できる。米国でも似通った問題意識で RFID を活用する提案が見受けられる。そこで看護管理への応用など幅広い可能性も考え、医療スタッフや病棟機器に無線タグをつけて、業務行動の範囲や回数、時間などの基本的なデータを収集・分析して、病院マネジメントに活用する研究に着手した。

3. 研究の方法

(1) 病棟内でスタッフに装着した際の検知や医療機器への影響の有無が不明であり、無線タグと受信装置の通信が可能か、ヒトなどの行動に対して位置を検出できるか否かを検証することから研究を始めた。また収集できる情報の質を評価して、スタッフの業務行動を分析できるか検討した。

(2) 人体ファントムを用いて RFID のペースメーカー (PM)、植え込み型除細動器 (ICD) の誤作動の有無を確認した。Irnich により考案された生体モデルを用いた。この容器の内部は生体組織の平均的電導度とほぼ等価な食塩水 (0.18%) で満たされており、PM や ICD 電極が最も敏感に磁力線を感じようリードを半円形に配置した。が無線タグからの電波で誤動作を起こさないことを各機器近くで無線タグを使用して確認し

た。他に心電計、除細動器、ベッドサイドモニター、人工呼吸器、輸液ポンプ、大動脈バルーンポンピング、心エコーなどの機器に試験した。

RFID 装置による通信実験を行った。部屋への受信装置の取り付け位置と RFID 装置とアンテナの位置の相互関係により、電波受信の可否や精度の基本的特性を調査した。この実験により、病棟内の受信装置の有効な取り付け箇所を選択した。

(3) 病棟内での電波伝搬の可能性を評価することである。病棟内は各種医療機器があり、誤動作を起こせば致命的な被害も起こりうる。一方で弱い電波強度では、検知距離の不足、検知時間間隔が延びて追跡の時間分解能低下などの不都合が起きうる。そこで周囲に支障の無い電波強度の測定、その電波強度での検知性能を確かめ、次の実験に使用できる安全な RFID 装置を準備することとした。

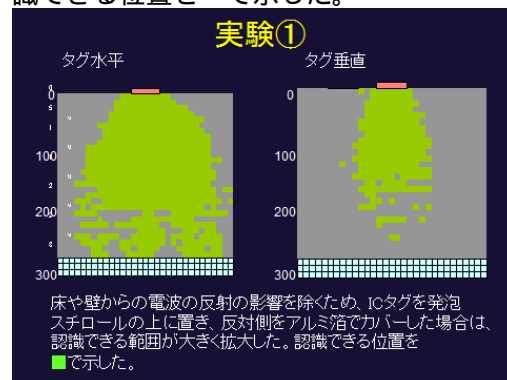
(4) 循環器内科病棟で一週間、同意をいただいた上で、看護師を中心とする複数の病棟スタッフ、利用箇所を固定できない機器類 (心電計、車いす、カート等) に RFID 装置を取り付け、7日間 24 時間の位置・氏名 (機器名)・時刻のデータ収集を行った。アンテナ設置箇所はスタッフのプライバシーの侵害の恐れがある場所は含まず、病室、ナース・ステーションとした。また収集したデータについて下記 4 点の分析を行った。

特定時刻の病棟内の各看護師所在位置 (スナップショット)

各病室の看護師訪問頻度・滞在時間の累積時刻順の看護師所在位置
機器の利用状況と利用箇所

4. 研究成果

(1) 読取装置から 1.5m の範囲では電子タグは認識された。IC タグを発泡スチロールの上に置き、反対側をアルミ箔でカバーした場合は、認識できる範囲が大きく拡大した。認識できる位置を で示した。



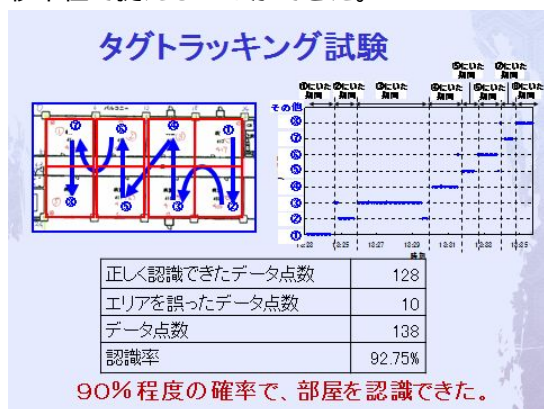
しかし、液体や金属により遮蔽されるとタグの認識は著しく低下した。RF タグを医療機器の金属筐体部やベッドの手すりなど金属部分に直接貼り付けて計測したところ、反応しなかった。また、人体や輸液容器など高い割合で水分を含む対象に貼り付けると、同様

に反応が無かった。紙カルテにタグを貼って重ねた結果、全てのタグを読みとることはできなかった。また、X線フィルムでも同様である。RFタグ同士が重なると、RFタグ自体が電波を吸収・反射する物質として作用するためと考えられた。また、CD-ROMは重ねると全く読めなくなった。これはCD-ROMの材質にアルミが使われているため、電波を遮断したためと思われる。以上より、ICタグを認識できる距離は、タグの方向や接触する物質に影響されることがあきらかとなった。

(2) 心臓PM(7機種) ICD(5機種)の作動確認を行った。今回確認したPM、植え込み型除細動器(ICD)はRFIDシステムの作動下で影響を認めなかった。すべての心臓PMは正常に作動し、も全機種誤作動はなかった。

当院の病棟における医療機器(心電計、除細動器、ベッドサイドモニター、人工呼吸器、輸液ポンプ、IABP、心エコー、電子カルテシステム)はRFIDシステムの影響を受けなかった。心電計、生体モニターとも正常に記録できた。さらに、大動脈バルーンポンピングや人工呼吸器も作動に問題はなかった。

(3) 病棟内で医療機器や患者の安全に支障ない電波強度だった。実験を実施した病棟では、測定対象病室に一つずつアンテナを設置した。病棟全体での設置箇所を下図に示す。また誤差の少ない電波強度を得る実験の結果、各装置が移動する都度、誤差90%で15秒単位で捉えることができた。



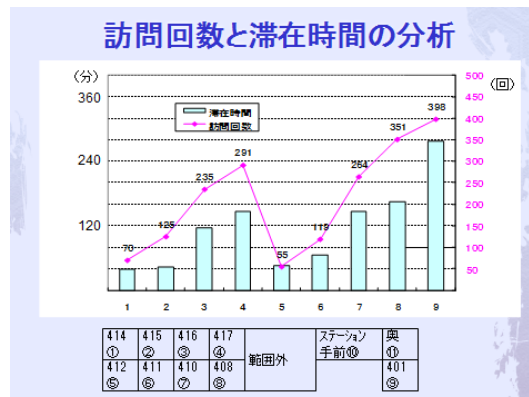
元々は、将来、病院内に常設の業務管理システムとして活用を想定しており、IDカードやバッジなどの形態でのRFID装置の広範で大量に利用するためのシステム作りを考えていた。そのため、個々の装置にバッテリーが無いパッシブ型の装置を利用したかった。しかし検知距離が短すぎるなどの深刻な問題があり、利用できなかった。そのためにZigBeeを利用することとした。ただしZigBeeよりも有利な装置があれば、新たな装置に乗り換えることも想定している。このような事態は元々発生の可能性を想定済みであるが、機器での精度向上は狙わない。それは、元々業務管理情報は、生命に関わる情報もしくはセキュリティ絡みの厳しい精度を求めるもので

はないためである。ニーズが厳しくないのに機器性能の向上を求めることは、コスト上で非常に不利である。そのためデータ解析の中で、何らかのフィルタ処理を行うことを検討する方法もある。本研究では、繁に活動し行動範囲も大きい看護師なので、アクティブタグであるZigBeeを選択した。

(4) 受信装置は一病室に一台とした。業務時刻と位置のスナップショットも得られた。

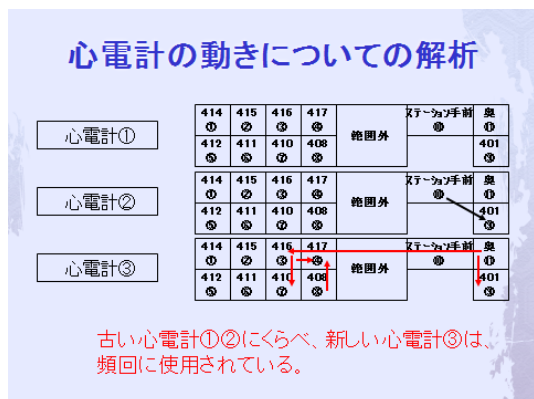


収集したデータを分析して、ナースステーションから近い病室ほど訪問頻度や滞在時間が大きくなることを定量的に捉えた。準夜帯や深夜帯など看護管理上で捉えにくかった時間帯など部屋別もしくは全部屋の巡回状況などを把握できた。



追跡実験では看護師の業務に焦点を当てたデータ収集を行った。この結果を、この病棟の勤務状況を具体的に知るスタッフで評価を行った。その結果、病室の巡回・訪問状況について、下記の事柄を把握できた。各看護師は担当病室での業務が多く、他室での業務時間は少ない。担当区分や巡回の状況を見て取れた。ナース・ステーションから最も遠い病室(手の掛からない患者を配置)では、訪問回数・訪問時間合計はより重症患者がいる部屋より少ない。しかし一訪問あたりの滞在時間は長い。重症患者用病室(ナース・ステーションから最も近い)の業務頻度、業務時間が最も高い。サポートに回る看護師(高いスキル、経験が豊富など)の各病室訪問状況が把握できた。看護師名を伏せて、行動データを見ただけで、どの看護師が一目でわかった。従来、看護管理者が定性的に捉えていた看護実施状況を定量的に捉えること

が可能になり、看護配置や看護必要度を定量的に評価する可能性が開けた。想定される対象の一例として、夜間など看護師の巡回密度が低下する時間帯の転倒患者への対応遅れなどの際に、なぜ遅れたかの原因の分別が可能になるかもしれない。その時間帯のスナップショットを表して、他病室に業務が集中か、巡回間隔が不足したか、などの要因絞り込みが可能になる。看護師の業務負荷、医療安全への活用などが期待される。当然ながら、RFIDで得られる情報は、業務内容や目的などの業務特性は含まれない。それらの情報を組み合わせないと詳しい業務分析ができないことも少なくない。しかし、今後の追跡実験は、実際に看護業務分析を目的とするものになるので、付加情報の取得を研究方法の中にも含めることになった。ただし紙による情報収集は負担も大きく、情報漏れも多くなるので、難しい問題となっている。病院情報システムの進んだ施設で電子カルテやオーダーエントリーシステムを導入してれば、追跡による情報収集と、指示情報や看護記録などと照合できるようなシステム連動手段も考えて、提案したい。それにより、より詳細な分析が可能となる。



古い心電計に比べ、新しい心電計が頻繁に使われていることがわかる。しかし、心電計の追跡データでは、部屋の位置が数十秒間隔で2つの部屋を移動していたデータが見つかった。今回使用したタグは認識できる距離が数メートルと比較的長い。伝搬距離の長さは時に欠点となる。誤検知が増えることである。当日の患者記録との突き合わせをして、本当に用いた部屋を特定する必要がある。つまり、一つの部屋が本当に利用している病室で、他の部屋はたまたま受信した可能性がある。

従来、看護管理者が定性的に捉えていた看護実施状況を定量的に捉えることが可能になり、看護配置や看護必要度を定量的に評価する可能性が開けた。想定される対象の一例として、夜間など看護師の巡回密度が低下する時間帯の転倒患者への対応遅れなどの際に、なぜ遅れたかの原因の分別が可能になるかもしれない。その時間帯のスナップショットを表して、他病室に業務が集中か、巡回間隔が不足したか、などの要因絞り込みが可能になる。更にデータ収集を重ねて、分析手法

の本格的開発を進めること、より使いやすいRFID装置を開発することなど、多くの課題があるので解決に向けて進みたい。今後、看護師の業務負荷軽減・医療安全への活用などが期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 7件)

Saito Y, Suzuki R, Torikai K, Hasegawa T, Sakamaki T. Efficiency and safety of new radiofrequency identification system in a hospital. Stud Health Technol Inform. 査読有, 192, 2013, pp1032.

郡隆之, 酒巻哲夫, 長谷川高志, 岡田宏基, 森田浩之, 齋藤勇一郎, 石塚達夫, 辻正次, 小笠原文雄, 太田隆正. 訪問診療における遠隔診療の事象発生、移動時間、QOLに関する症例比較多施設前向き研究. 日本遠隔医療学会雑誌、査読有、9、2013、pp110-113

長谷川高志, 酒巻哲夫, 齋藤勇一郎. 遠隔医療のさらなる普及・拡大の方策の検討のための調査研究. 日本遠隔医療学会雑誌、査読有、9、2013、pp118-121

Nakao T, Morita H, Maemura K, Amiya E, Inajima T, Saito Y, Watanabe M, Manabe I, Kurabayashi M, Nagai R, Komuro I. Melatonin ameliorates Angiotensin II-induced vascular endothelial damage via its antioxidative properties. J Pineal Res. 査読有, 55, 2013, pp287-293

長谷川 高志, 郡 隆之, 齋藤 勇一郎, 酒巻 哲夫, 森田 浩之, 岡田 宏基, 柏木 賢治, 辻 正次, 石塚 達夫. 訪問診療における遠隔医療の効果に関する多施設前向き研究. 日本遠隔医療学会雑誌、査読有、8、2012、pp205-208

森田 浩之, 岡田 宏基, 辻 正次, 郡隆之, 柏木 賢治, 齋藤 勇一郎, 長谷川高志, 滝沢 正臣, 太田 隆正, 峰滝 和典, 米澤 麻子, 酒巻 哲夫. 在宅脳血管疾患・がん患者を対象とした遠隔診療多施設後向き症例対照研究. 日本遠隔医療学会雑誌、査読有、7、2011、pp39-44

長谷川 高志, 酒巻哲夫, 辻 正次, 岡田宏基, 森田 浩之, 郡 隆之, 柏木 賢治, 齋藤 勇一郎, 米澤 麻子, 峰滝 和典, 滝沢 正臣, 太田 隆正, 山口 義正, 岩澤 由子, 菅原 英次, 東福寺 幾夫. 遠隔診療の社会的進展. 日本遠隔医療学会雑誌、査読有、7、2011、pp132-135

[学会発表](計 3件)

齋藤勇一郎. 循環器疾患の遠隔医療の展望. JTTA Spring Conference 2014、2014年2月21日、東京

Saito Y, Suzuki R, Torikai K, Hasegawa T, Sakamaki T. Efficiency and safety of new radiofrequency identification system in a hospital. Medinfo 2013. Aug 22, 2013, Copenhagen.

Morita H, Okada H, Hasegawa T, Kashiwagi K, Kori T, Saito Y, Yonezawa A, Minetaki K, Takizawa M, Ohta M, Tsuji T, Sakamaki T. Telemedicine for home care patients with cerebrovascular diseases and cancer: A multicenter case control study. The American Telemedicine Association Seventeenth Annual International Meeting and Exposition. April 30, 2012, San Jose, CA.

〔図書〕(計 3件)

齋藤勇一郎 他、篠原出版新社、遠隔医療の実際 バイタルサイン、2013、89-87

齋藤勇一郎 他、篠原出版新社、遠隔医療の実際 循環器疾患(心不全)、2013、115-121

齋藤勇一郎 他、篠原出版新社、遠隔モニタリング ペースメーカー、2013、188-192

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

齋藤勇一郎 (SAITO Yuichiro)
群馬大学医学部附属病院 准教授
研究者番号：30344922

(2) 研究分担者

なし()
研究者番号：

(3) 連携研究者
なし()
研究者番号：