

ICタグを用いた高齢者支援システムの開発（第一報）*

— ICタグを活用した佐世保高専の地域貢献 —

坂口 彰浩** 川下 智幸** 前田 貴信**

Development of a System to Help Senior Citizens with RFID

Akihiro Sakaguchi, Tomoyuki Kawashita, Takanobu Maeda

1. はじめに

現在、医療技術の進歩や栄養状態の改善によって世界の人口は増加しており、2005年には世界の人口は65億人、2050年には89億人となることが予想されている。また、同時に平均寿命も延びており、日本、韓国、欧米諸国を中心にして、世界的に65歳以上の高齢者の割合は増加する一方である。このように、高齢化はいまや世界的な問題となっている。なかでも、日本における高齢者の割合の増加は著しく、1950年には5%であったものが、2000年には17%にも達した。さらに、2050年には37%になると予想され、約3人に1人が高齢者となると思われる。

日本の人口は約1億2800万人であるが、少子化の進行によって、2050年には1億100万人に減少すると予想されており、21世紀の終わりには、現在の半分になると考えられている。日本は、全体の人口が減るなかで高齢者の割合が増えていくという、かつてどの国も経験したことのない時代を迎えようとしている。このような背景から、近年、様々な福祉施設が作られ、それらに高齢者が入居することで、質の高い介護サービスを受けることができるようになった。その一方で、高齢者の夫婦だけ、または、単身で生活しているというようなケースも目立つようになってきた。このような家庭において、高齢者が事故や病気により倒れてしまった場合、その連絡や発見が遅れることは容易に想像が付き、最悪の場合、それが原因で死に至ることもあり得る。現在のところ、このような事例がニュースや新聞で報道されるのは稀ではあるが、既に現実の問題となっており、

早急に対処しなければならない。

一方、近年「ICタグ」または「RFタグ」といった言葉が雑誌の記事や新聞紙面などを賑わしている。ICタグとは、ICチップが埋め込まれた様々な形をしたタグのことで、ICチップに書き込まれた個人情報などを、電磁界または電波などを用いて読み取り／書き込みできるという特徴を持っている。また、ICタグ（以下タグ）は、ICタグリーダー（以下、リーダー）から発せられる電波によってタグ内の回路に微小な電力が生じ、それによって情報の処理を行い、リーダーへ送信する。したがって、磁気カードやバーコードのように接触することなく、書き込まれている情報を読み出すことができる。さらに、複数のタグを同時に読み取ることもできる。このような特徴から、商品の在庫管理や検品、食品のトレーサビリティ（追跡可能性）など流通の分野では特に熱い注目を受けている。

そこで、本研究では、ICタグを用いた高齢者の自宅内での生活行動管理システムを開発する。人の行動管理を行う場合、カメラを用いるのが一般的であるが、プライバシーを侵害する危険性が非常に高いという問題点がある。タグを用いる場合、タグに書き込まれた情報を読み取るだけであるため、プライバシーを侵害する危険性は比較的小さいと考えられる。また、トイレやキッチンなど日常生活を送る上で必要最低限の場所にリーダーを設置することで、よりプライバシーに考慮して行動を管理することができる。さらに、リーダーでタグの情報を受信した時刻と場所をリアルタイムにWEB上にアップロードする。この情報の閲覧件を管理者と高齢者の親族などに与えておくことで、遠隔地から高齢者の生活状況が把握で

* 原稿受付 平成18年10月31日

** 佐世保工業高等専門学校 電子制御工学科

き、特に、高齢者に異常が起こったときの早期発見に繋がると期待できる。

2. 高齢者支援システムの概要

2.1 システムの概要

図1に高齢者支援システムの概要図を示す。

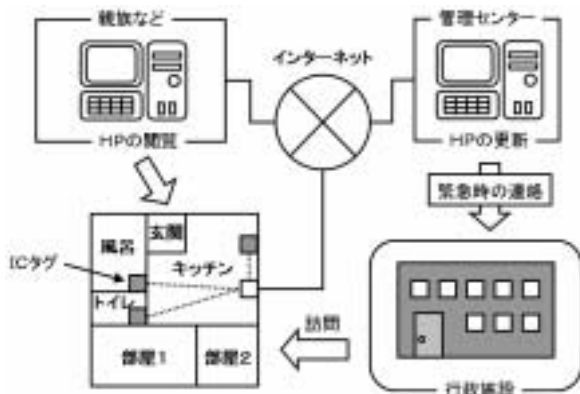


図1. 高齢者支援システムの概要

まず、高齢者の衣服などにタグを縫い付けておく。同時に、日常生活を送る上で避けられない場所（キッチン・トイレなど）の数箇所にリーダを設置する。タグは、汚れにも強く、また、耐水性、耐柔軟性に優れたものがあるため、衣服と一緒に選択をしても簡単に壊れる心配は無い。さらに、現在タグは1個あたりの値段が数十円と安価になってきているため、コスト面での負担も小さい。

リーダによりタグの情報が読み取られた場合、その情報がインターネット回線を通じて管理センターに送られ、同時に高齢者の行動を表示するためのホームページ（以下、HP）の更新を行う。HPの閲覧権は、システムの管理者および、高齢者の親族などに与え、いつでも行動の把握が行えるようにする。このように、リアルタイムに高齢者の行動が把握できれば、行動に異常が認められた場合、速やかに親族や行政施設に連絡することができ、万が一の事態を防ぐことができると考えられる。また、監視カメラを用いた行動管理のように映像の形で高齢者を監視せず、タグ情報の受信により監視するため、高齢者のプライバシーをほとんど侵すことなく、生活行動を把握することが可能となる。なお、このシステムを構築するた

めには、

- ① ICタグによる生活行動の把握システム
- ② 読取られた情報に応じたHP更新システムの2つのシステムを開発する必要がある。それぞれのシステムの詳細について、以下に説明する。

2.2 生活行動把握システム

2.2.1 ICタグ情報の読み取り

数時間おきにトイレやキッチンのリーダがタグの情報を読み取っていれば、問題なく生活が送れていると判断できる。一方、長時間にわたってリーダがタグの情報を読み取らない場合、または、長時間にわたってタグの情報を読み取り続けている場合、高齢者が何らかの事故等で動けないような状況に陥ったと考えられる。このように、リーダが読み取った情報で高齢者の行動を把握することができる。

しかしながら、ICタグ情報の受信状況だけで行動を把握する場合、正しく把握できない可能性がある。1つは、リーダがタグ情報を長時間受信しない場合である。高齢者が旅行などに行って受信しないのか、どこかで倒れていてトイレ・キッチン等に近づけない状況なのか区別できない。しかしながら、玄関等の出入り口付近にリーダを設置すれば、外出・帰宅時にタグ情報が受信できるため、外出/緊急時の判断は比較的簡単に行えると考えられる。本当に問題なのは、リーダがタグ情報を受信し続けている場合である。この場合、高齢者が病気や事故で倒れているのか、ICタグが縫い付けられた衣服がリーダの傍に放置されたままなのか判断することができない。そこで、このような問題点を解決するために、人の自動検知などに用いられる赤外線センサを用いたハイブリッド型のICタグ読み取り装置を開発する。

2.2.2 赤外線センサ

本研究では、人体の検知に赤外線センサの1つである焦電型赤外線センサを用いる。これは焦電効果を用いて赤外線を検出する。焦電効果とは、強誘電体が赤外線を受けると、その熱エネルギーを吸収して、自発分極に変化を起し、その変化量に比例して表面に電荷が励起される現象のこ

ICタグを用いた高齢者支援システムの開発（第一報）

とである。焦電型赤外線センサは強誘電体セラミック焦電効果を利用して人体などから発せられる僅かな赤外線を検知することが可能である。

このセンサが赤外線を検知し、かつ、リーダがタグの情報を読み取ったときのみ、その受信情報をPCに送信し、WEB上にアップロードすることで、誤認識を防ぐことができると考えられる。

2. 4 生活行動状況の閲覧システム

読み取られたICタグの情報は、WEB上にあるHPにリアルタイムにアップロードされる。したがって、いつでもどこからでも高齢者の生活行動を把握することが可能となる。しかしながら、HPは不特定多数の人間が見ることができるため、プライバシーの侵害や防犯上の問題がある。そこで、HPの閲覧件をシステムの管理者と高齢者の親族等にのみ与える。さらに、事故等が発生したと考えられる場合、システム管理者は、親族と行政施設に連絡を取れるようにしておく。これにより、高齢者が危険な状態になったとしても、その早期発見・早期救助を行うことが期待できる。

3. 開発した高齢者支援システム

3. 1 生活行動把握システム

本システムでは、ICタグリーダ/ライタとして、ドイツのFEIG ELECTRONIC社製のものを用いた。また、パソコンはDell INSPIRON 11150で、CPUは2.40GHz、メモリは256MBである。

ICタグリーダとパソコン間でのデータのやり取りは、16進数表現で行われる。図2に、パソコンとリーダ間の通信が行えるかどうかを調べるためのコマンドを示す。

```
05 FF 69 89 01
06 00 69 00 F6 FA
```

図2. 通信コマンドの例

各データ列の最初の値は、その送信において送るデータの数を表している。2つ目の値は、データ

を送る向きを表しており、「FF」ならパソコンからリーダへ、「00」ならリーダからパソコンとなる。1行目のデータ列をリーダに送信し、2行目のデータ列が受信できれば、パソコン間とリーダ間でのデータの送受信ができる状態であることを示している。次に、図3の1行目のコマンドをリーダに送信すると、タグの有無により異なるデータがリーダから送られる。図3は、タグが無い場合、図4はタグが1個ある場合、図5はタグが2個ある場合の受信データを示している。

```
07 FF B0 01 00 1C 56
06 00 B0 01 5C 63
```

フィールド内にICタグはありません

図3. タグの認識（無い場合）

図4や図5の受信データには、読み取ったICタグの数とそれぞれのICタグにあらかじめ割り振られている固有識別子（UID：Unique Identifier）が含まれている。図4の「E0」から「13」までの部分がUIDを表している。この部分だけを取り出し、登録リストなどと比較することで、高齢者を特定できる。なお、最後の「B5 9C」はCRC（Cyclic Redundancy Check：巡回冗長検査）コードを表しており、受信データの誤りをチェックするために付加されている。

ICタグ内のチップに書き込まれている情報を取り出すコマンドを図6に示す。タグのデータを読み取るためには、前から4個目の読み取りを表す「23」というコマンド、UIDとCRCコードをパソコンから送信しなければならない。このとき、ICタグは2行目のようなデータをパソコンに送信する。前から5個目の「04」は、送信データに含まれるデータブロックの数を表しており、6個目の「04」は1つのデータブロックに含まれるデータの数を表している。図6の場合、それぞれ「30」から「35」、「43」から「35」「4F」から「48」「20」から「20」がひとつのデータブ

```

07 FF B0 01 00 1C 56
11 00 B0 00 01 03 00 E0 04 01 00 00 79 E1 13 B5 9C
フィールド内にICタグは 1個
ICタグのUIDは E0 04 01 00 00 79 E1 13

```

図4. タグの認識 (1個の場合)

```

07 FF B0 01 00 1C 56
1B 00 B0 00 02 03 00 E0 04 01 00 00 79 E4 40 03 00 E0 04 01 00 00 79 E1 13 C6 4
2
フィールド内にICタグは 2個
ICタグのUIDは E0 04 01 00 00 79 E4 40 , E0 04 01 00 00 79 E1 13

```

図5. タグの認識 (2個の場合)

```

11 FF B0 23 01 E0 04 01 00 00 79 E1 13 00 04 8D F1
1C 00 B0 00 04 04 00 30 5F 53 35 00 43 55 5F 35 00 4F 4E 49 48 00 20 20 20 20 E
B E0
ICタグのデータは
35 53 5F 30
35 5F 55 43
48 49 4E 4F
20 20 20 20

```

図6. タグのデータ受信

ロックとなる。また、パソコン側では、データブロック内のデータは順序が逆になっているため、図6中ほどにあるように正しくデータを並び替えなければならない。

3.2 赤外線センサによる高齢者検知システム

タグとリーダーのみによる高齢者の行動把握では、誤認識する危険性が非常に高いため、本システムでは、赤外線センサを併用したハイブリッド

型の認識システムを用いる。図7に本システムで用いる赤外線センサによる人体の検知回路を示す。本システムで用いる焦電型赤外線センサは、人体の熱エネルギーを感知すると、0.35~1.5Vの微弱な出力電圧を発生する。そこで、オペアンプを2段用いて出力電圧を増幅する。さらに、赤外線センサで検出した出力電圧の変動に不感幅を持たせ、誤検出を少なくするためにウィンドコンパレータ回路を付加した。この回路により、セン

I C タグを用いた高齢者支援システムの開発 (第一報)

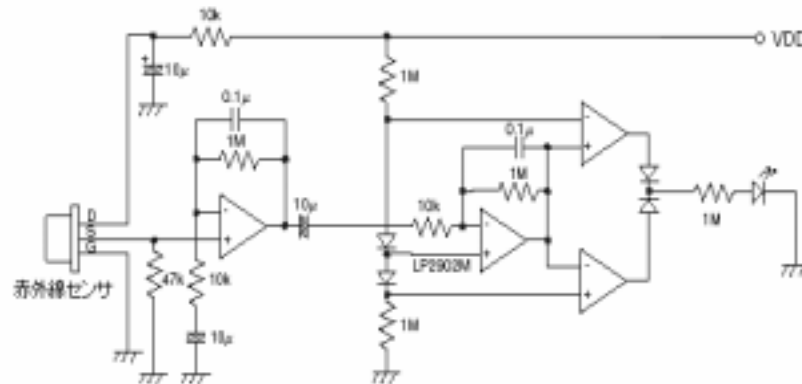


図7. 赤外線センサを用いた人体検知回路

サの前に人体がある場合、LEDが点灯し、人体がない場合、LEDは点灯しない。

この回路を実際に用いる前に、この回路の人体検知距離特性を調べる実験を行った。この回路は、赤外線センサの前を人体が移動したときに出力信号が発生する。そこで、少しずつ赤外線センサとの距離をとっていき、人体に赤外線センサが反応する最大の距離まで下がり、その距離を読み取り可能な距離としてデータを測定する。なお、この赤外線センサには長距離まで計測することのできるレンズが付属している。そこで、実験においては、レンズを装着した場合、装着しない場合の距離計測を行った。また、それぞれの場合に、手のみの場合と体の場合についての計測を5回ずつ行い、その5回の平均を測定距離とした。表1に手のみの測定距離の結果を、表2に体全体の測定距離の結果を示す。

以上の結果から、手のみの場合、センサのみの測定結果は平均約18cmであった。これでは、実際にI C タグとのシステムで用いるときに、センサから約18cm以内に近づかなければならず、明らかに実用的ではない。一方、レンズを装着すると約3mの距離まで測定できたので実用的であるといえる。次に、体の場合は、センサのみも約60cm、レンズを装着すると約6mであり、手による距離より約2倍の距離まで感知でき、実用できる範囲であると考えられる。この実験より、本赤外線検知回路を用いることで、比較的広いキッチンでも感知可能であることが確認できた。

表1. 手のみの測定距離

	レンズなし [mm]	レンズあり [mm]
1	185	3315
2	189	3330
3	175	3325
4	195	3302
5	175	3295
平均	183.8	3313.4

表2. 体全体の測定距離

	レンズなし [mm]	レンズあり [mm]
1	575	6430
2	410	6240
3	632	6600
4	655	6450
5	640	6390
平均	582.4	6422

3.3 生活行動閲覧システム

I C タグにより把握できる高齢者の生活行動状況をHP上にリアルタイムにアップロードする。本システムでは、HTMLとPHPを用いることで、閲覧する高齢者に応じた動的なHPを作成することが可能となった。図8にトップページの例を、図9に高齢者の行動把握状況を示すHPの一例を示す。図8の氏名ボックスから高齢者を選択し、さらに、行動を把握したい場所を選択することで、図9のような1日の生活行動表が表示



図8. HPのトップページ例

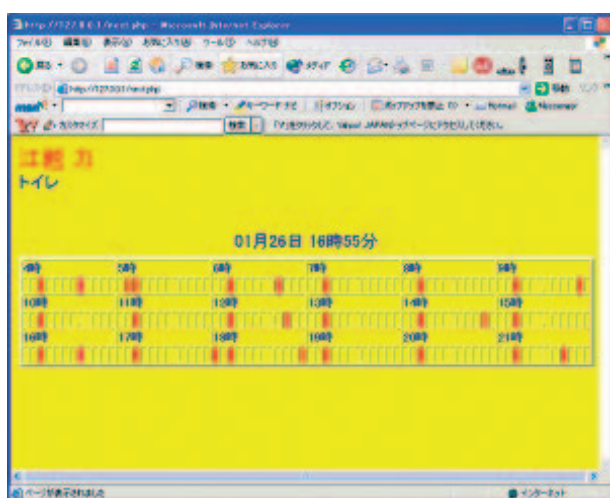


図9. 高齢者の生活行動状況（トイレ）

される。表中で色が付いている部分が、リーダによりタグの情報が読み込まれた時間帯を示している。

8. まとめ

本報告では、ICタグを用いた高齢者の生活行動を遠隔地からでも把握できるシステムの開発について報告した。これにより、独居高齢者の身に危険が生じた場合でも、早急に対応でき、また、万が一の事態を未然に防ぐことができると考えられる。現在のところ、タグの読み取りとそのHPへの更新するシステム、及び、赤外線センサを用いた人体の検知システムは完成しているが、それらをひとつのシステムとして合体させるまで

には至っていない。また、現状のシステムでは、タグと赤外線センサにより検知を行っているが、これでは、例えば、キッチンで長時間作業をしているのか、それとも倒れているのかの区別を行うことは不可能である。これらの問題については、今後の検討課題である。

参考文献

- 1) World Population Prospects: The 2004 Revision and World Urbanization Prospects (<http://esa.un.org/unpp/p2k0data.asp>)
- 2) 社会保障審議会 人口部会資料 (<http://www.ipss.go.jp/p-info/j/jinkoubu/jinkoubu.html>)
- 3) NTTデータユビキタス研究会：ICタグって何だ？，株式会社カットシステム(2003)
- 4) 日本電気株式会社：よくわかる最新無線ICタグの基本と仕組み，秀和システム(2005)
- 5) 松井邦彦：トランジスタ技術スペシャル「センサ応用回路の活用ノウハウ」，CQ出版社(1999)
- 6) 山本祥寛：独習PHP，翔泳社(2006)