

RFID（無線タグ）を用いた被害情報収集支援システムおよび情報共有化システムの研究

滝澤 修¹・柴山 明寛²・細川 直史³・久田 嘉章⁴

¹非会員 博士（工学） 独立行政法人情報通信研究機構（〒184-8795東京都小金井市貫井北町4-2-1）

E-mail: taki@nict.go.jp

²非会員 修士（工学） 工学院大学大学院工学研究科（〒163-8677東京都新宿区西新宿 1-24-2）

³非会員 工学修士 独立行政法人消防研究所（〒181-8633 東京都三鷹市中原3-14-1）

⁴正会員 工学博士 工学院大学建築学科（〒163-8677東京都新宿区西新宿 1-24-2）

地震災害などの大規模災害の場合、現場での被害情報収集は適切な人員配置などの戦略的な救援救助、復旧復興支援を進める上で重要な要素である。しかしながら、現状では被災地域全体を網羅できる人員を揃えることは、消防と警察を合わせても難しく、地震動推定や被害推定など推定情報と少人数の巡回による情報のみを頼るしかない状況である。

本発表では、RFID（無線タグ）を活用し、大規模災害時等に少人数で効率的に情報収集するためのシステムと、大規模災害等の事前事後から災害復興までの情報を共有化するシステムの開発について述べ、併せて火災時の消防活動支援などにも資するシステムの研究開発について報告する。

Key Words : RFID, Damage Information, GIS

1. はじめに

1995年に発生した阪神淡路大震災において、消防、警察、自衛隊等の救援が円滑に進められなかったことは周知のことである。その原因として、被害情報収集の遅れ、それに伴う不適切な人員配置、絶対的な人員不足、被災外からの支援人員の被災地の地理的把握の困難からくる活動の遅延などが挙げられる。しかし、別の事例では、消防、警察、自衛隊等の救援救助がなくても、近隣住民、自主防災組織、自治消防団などの地域コミュニティによる救援活動により多くの人々が救助された兵庫県津名郡北淡町などの事例がある。これは、近隣住民、自主防災組織、自治消防団などが、隣近所の建物に何人が居住し、高齢者がどこに住んでいるのかを把握しており、人命探索が効率的に進んだからである。しかし、地域コミュニティが弱い都心部などでは、隣近所に誰が住んでいるかを把握していることはほとんどないのが現状である。そのような状況下において、要救助者を正確に把握するためには、家族の人数や高齢者などの情報を把握する手段が必要とされる。また、地域コミュニティだけの救援救助では大規模災害時には限界がある。

また、阪神淡路大震災の教訓であるように、消防、

警察、自衛隊等の公共機関においても、現場での被害情報収集は、適切な人員配置などの戦略的な救援救助、復旧復興支援を進める上で重要な要素である。しかしながら、現状では被災地域全体を網羅できる人員を揃えることは、消防と警察を合わせても難しく、地震動推定や被害推定などの推定情報と少人数の巡回による情報のみに頼るしかない。

そこで筆者らは、被災現場で建物の居住者情報を速やかに読み出せるシステムとして、RFID(無線タグ, Radio Frequency IDentification)を用いた、大規模災害等の事前事後から災害復興までの情報を共有化するシステムと、RFIDを活用した大規模災害時等に少人数で効率的に情報収集するためのシステムを提案する。本発表では、まず本システムに用いるRFIDの概要の説明を行い、続いてRFIDを用いた情報共有化システムの提案、及びRFIDを活用した被害情報収集支援システムの提案を行う。また、研究段階である本システムについて、現在までの開発状況について報告を行う。

2. RFIDによる災害情報収集

RFIDは、記憶領域を持ち、非接触で情報の入出

力ができる小型デバイスである。物流において商品や貨物に取り付けられるタグのほか、JR東日本で定期券及びプリペイドカードとして導入されている「Suica(スイカ)」などのICカードにも内蔵されている。本章では、RFIDの概要と、災害情報収集への応用を想定して開発を進めているRFID書き込み読み取り装置について述べる。

2. 1 RFIDの概要

RFIDは、情報を記憶し、質問器からのコマンドに応答する機能を持つ小型のIC (Integrated Circuit) チップと、金属製のアンテナとで構成される。RFIDに記憶された情報を、電磁波もしくは電磁誘導により、質問器から非接触で読み取る (リード) ことが可能である。写真1にRFIDの例を示す。



写真1 RFID (無線タグ)

基本となるICは0.1ミリ～数ミリ角で、IC自体の記憶容量は十数バイト～数十Kバイトである。また、ICは、メモリーとロジック回路を備えており、ロジック回路により、演算、認証、暗号化などの処理も可能である。RFIDの無線周波数帯は、日本国内では13.56MHzと2.45GHzが主に使用されている。RFIDと質問器との間の通信可能距離は、日本の電波法の規制下では、13.56MHz帯域においては70cm程度、2.45GHz帯域では1.5m程度である。日本国内では、2004年度後半に規制緩和により950MHz前後 (UHF帯) の周波数も使えるようになる見込みであり、その結果さらに長距離の通信が可能なRFIDが登場する予定である。RFIDには、電池を内蔵するタイプと内蔵しないタイプの2種類がある。物流などの分野では、コストやメンテナンスフリーの考え方から、電池を内蔵しないタイプが主流であるが、電池を内蔵することにより、質問器との間の通信を長距離化でき、またRFID側からビーコンのように能動的に情報を発信することが可能になる。さらに、RFIDに予め書き込まれている情報を質問器が読み取るだけ (リードオンリー) でなく、同じ質問器を用いて、

RFIDに情報を書き込む (ライト) ことが可能なタイプも開発されている。

電池を内蔵しない (パッシブ型) RFIDの場合、質問器から送出される搬送波をRFIDの記憶領域に書き込まれている情報によって変調し、その信号を質問器に対して反射することにより情報を伝送する構造になっている¹⁾。反射するための電源は、RFID内のアンテナに整流回路を搭載し、質問器から受信した電磁波を整流して得る仕組みになっている。

RFIDは、複数のRFIDを非接触で一括して読み取ること (マルチリード) が可能であり、バーコードなどと比較して時間当たりの読み取り効率が優れている特長がある。また、1個あたりのRFIDの製造コストが現在は数十円程度まで下がってきており、生産量の増大により更にコストダウンを図ることも可能になっている。そして、経年劣化が少なく耐久性が高い特徴がある。

2. 2 RFID書き込み読み取り装置の開発

筆者らは、大規模災害時における災害情報収集用を想定した、RFID書き込み読み取り装置の開発に平成13年度に着手し、平成14年度からは文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクトの一テーマとして、NPO国際レスキューシステム研究機構等と共同で開発を進めている。現在までに、写真2に示すような、パッシブ型RFIDを対象とした背負子サイズの書き込み読み取り装置を開発している。



写真2 開発中のRFID書き込み読み取り装置

開発中の装置は、パッシブ型RFIDを非接触で情報の書き込み及び読み取りが可能な可搬型の装置である。可搬型の装置としては、棚卸し用のハンディターミナルとして既に実用化されているものもあるが、これらのターミナルは、バーコードと同様に数cmまで接近しないとRFIDが読み取れないものであ

る。我々が開発中の装置は、現在の我が国におけるパッシブ型RFIDの読み取り距離としての最長限界（2m程度）を可搬型で実現しようとしている点に特徴がある。災害時には瓦礫に埋もれるなどして接近が困難なRFIDを読み取らなければならない場面が想定されるので、読み取り可能距離を伸ばすことは必須条件といえる。

開発中の装置は、RFIDの書き込み及び読み取りを行うアンテナ部分と本体、本体の制御をするノートパソコン、およびそれらの装置に電源を供給するバッテリーから構成される。現状における通信可能距離は2m程度であるが、前述の規制緩和により、UHF帯のタグを用いることによって、読み取り可能距離を4～5m程度まで伸ばす改良が可能になると考えている。また、電池内蔵型RFIDを用いれば、更に長距離化が可能である。

開発中の装置では、バイナリデータ形式、及びASCIIデータ形式を扱うことが可能である。同装置で採用しているRFID（Intermec社製"Intellitag"）のデータ記憶容量は90バイト程度であり、災害情報の格納に十分な容量とは言えないため、それを超えるサイズのデータを複数のRFIDに自動的に分割して書き込む機能も開発している。また、複数のRFIDに分割して書き込んだデータを読み取り、自動的に結合して、一つのデータとして復元する機能も開発している。

以下で提案するシステムは、このRFID書き込み読み取り装置をベースとして開発することを意図している。

3. RFIDを用いた情報共有化システムおよび被害情報収集支援システムの提案

上述の通り、パッシブ型RFIDは、記憶容量を持ち半永久的に使用が可能なシステムであり、また、非接触で情報の読み取りと書き込みが可能な特性を持っている。この特性を利用して、RFIDを用いた、個別建築物における大規模災害等の事前事後から災害復興のための情報共有化システム、及び情報共有化システムを活用した被害情報収集支援システムについて提案を行う。

3. 1 RFIDを用いた情報共有化システムの提案

(1) 情報共有化システムの概要

RFIDを用いた情報共有化システムとは、平常時

に建物、家族構成、人数、建物に置かれた危険物などの情報をRFIDに格納し、建物ごとに個別に設置することにより、平常時から災害時、災害復興まで、RFIDを介して情報共有することが可能であり、情報収集の効率化及び現場でのミスを防ぐことを目的としたシステムである。平常時においては配達などの経済活動の情報源とし、災害時には救援救助のための支援情報源などとして用いる。

従来の情報通信ネットワークを用いるクライアント・サーバ型の情報共有方法では、大規模災害において通信網の断線や輻輳などが起こった場合に、情報の呼び出しが不可能になり、災害支援に必要とする情報の取得が出来なくなる難点がある。そこで、建物そのものにRFIDという情報源を置くことによって、現場のみで情報の取得が可能になり、耐災害性の高いシステムを構築できる。このような「情報現場主義」の発想は、特に緊急対応を要する消防防災や広域な地震災害時において大きな意義を持っている。

また、クライアント・サーバ型の情報共有方法では、プライバシーを含む自分の情報を自らが完全にコントロールできない不安がある（つまりデータベース管理者を信頼することが前提になっている）のに対し、RFIDを情報源とするシステムは、居住者自らの物理的な管理下に情報源を置いておく思想であり、アクセスコントロール権限を自ら握っている実感を持てる。このことは、プライバシー管理の面で大きなメリットとなる。例えば、日頃は情報を非公開にしておき、災害などの緊急時にのみ自らの意志でオープンにするという選択を可能にすることで、プライバシー面での抵抗感が少ないシステムを構築できる。

(2) 情報共有化システムの流れ

RFIDを用いた情報共有化システムの、建物の建設時から災害時、災害復興までの一連の流れを図1に示す。

①「電子表札」の設置

RFIDの設置に際しては、新築もしくは既存の建物に「電子表札」として取り付ける。電子表札とは、既存の表札にRFIDを埋め込み、そのRFIDに建物の情報や家族構成などの情報をデジタルデータとして格納した表札のことである。電子表札に格納する情報の例を表1に示す。表1に示した格納情報は、以降で説明する平常時から災害時まで共通に使用する情報である。情報に変更があった場合は、建物の居

住者によって変更が可能とする。また、居住者が情報開示を希望しない場合は、電子表札を設置しないもしくは格納情報の制限を行うことにより居住者の意思を尊重することが可能である。

表1 電子表札に格納する情報の例

項目	格納情報
建物の位置情報	住所、緯度経度等
建物情報	建物の平面図、構造種別等
危険物情報	消防法で義務付けられているもの危険物等
人命救助のための情報	家族構成、家族の血液型、身体障害者の有無、介護老人の情報等

②平常時

平常時には、電子表札に格納された位置情報を活用し、郵便配達や宅配などの位置を特定する情報として用いる。また、RFIDは非接触で通信できることから、目の不自由な方の道しるべとして活用も可能である。そして、ガス、電気などの公共料金の検診をする場合、電子表札に格納されている家主名や住所、機器の番号等を読み出すことにより、効率的な作業となる。また、電子表札とガスメータや電気メータなどの機器との連携を可能することにより、RFIDから情報を読み取るだけで検針が完了する応用も可能である。

③火災時

平常時に起きた建物火災の場合、消防隊員が電子表札から建物の平面図や家族構成、危険物の情報を読み出すことにより、人命救助、火災消火などの基礎情報となり、消防上の戦略が取り易くなる。また、その他の在宅者がおらず負傷者が出た場合は、血液型の情報やアレルギーなどの情報が電子表札に格納されていれば、病院に搬送された場合においてもその情報の活用が可能である。

④震災時

震災時においては建物倒壊等で生き埋めで要救助者が多く発生する場合がある。都心部などでは、隣近所の居住者がわからない場合がほとんどである。そのため、地域のコミュニティがない場所でもその生き埋めになってる可能性がある倒壊建物の要救助者の探索に電子表札からの情報を用いることにより、探索の時間を短縮できる。また、居住者が避難した場合には、安否情報を電子表札に付加することにより、要救助者の確認を電子表札の情報から判断することができ、要救助者の探索時間が短縮される。

別の用途として、地震時に常時建物を監視するヘルスマニタリングシステムと連携することにより、電子表札を読み出すだけで建物の損傷度がわかり、被害調査の効率化を図る応用も考えられる。

⑤建物の被災度判定

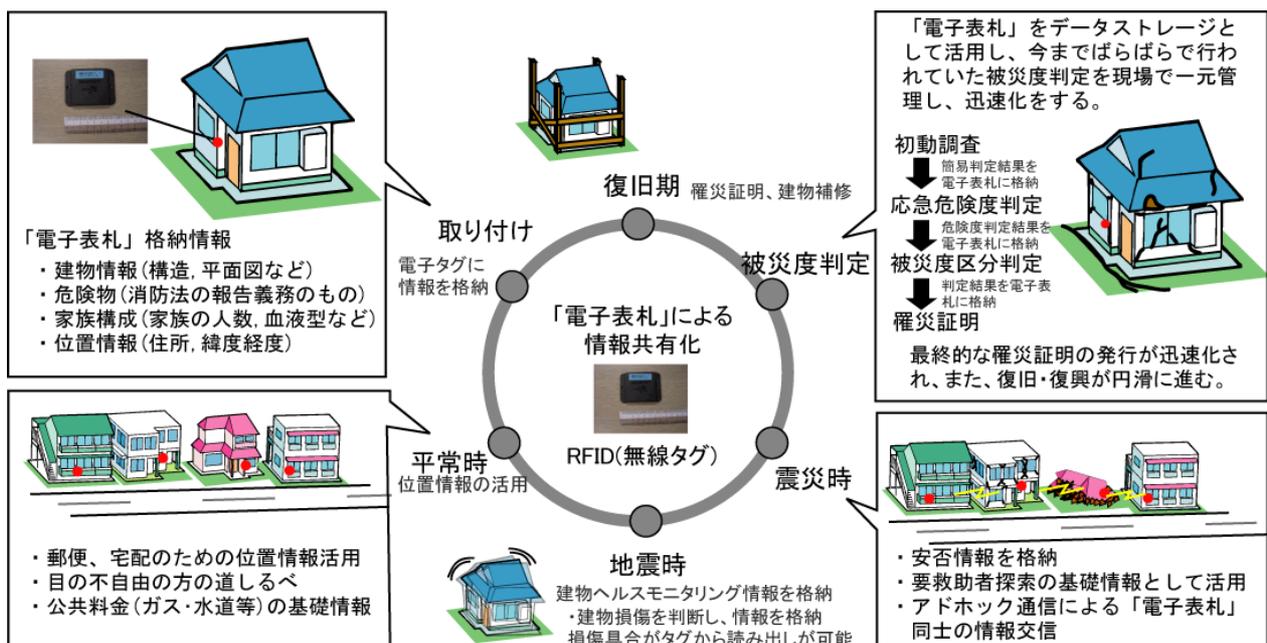


図1 情報共有化システムの建物の建設時から災害時、災害復興までの一連の流れ

地震災害では、建物の復旧復興をするために様々な被災度判定や国からの給付金のための調査が行われる。その調査に電子表札を活用することにより、情報の流れを一連の流れとすることが可能である。地震災害に際して行われる調査は、人命に関わる二次災害防止を判断するために被災建築物応急危険度判定²⁾、及び学術調査の被害判定（全半壊判定等）、建物の補修補強や継続使用するための判定を行う被災度区分判定³⁾、給付金のランクを決める罹災証明などがある。これらの調査判定には、共通する判定項目が数多く存在するが、現状ではその情報が一連の流れで活用されているとは言いがたい。そのため、調査した内容を電子表札に格納することにより、次の調査にその情報を利活用することが可能である。これにより、調査時間の削減につながり、復旧復興が従来に比べて迅速化できる。また、様々な調査結果を調査員が知ることにより、着眼点の違いや調査の見落としがなくなり、調査員の判断材料が広がり、より正確な判定が可能になる。

⑥復旧復興時

復旧復興時には、建物の補修工事などの情報を電子表札に付加することにより、今後の改築、災害時に建物の構造情報として活用ができる。

以上のように、電子表札を用いて情報共有化を行うことにより、現場における効率化を図るシステム

を実現できる。

3. 2 RFIDを活用した被害情報収集支援システムの提案

(1) 被害情報収集支援システムの概要

被害情報収集支援システムとは、地震災害時の災害現場において、情報共有化システムを活用し、ITを利用したデジタル情報端末及びRFIDの読み取り書き込み装置を用いて、被害情報を効率的に収集するシステムである。また、既存の通信網を利用して被害情報を災害対策本部等に情報伝達する機能や、復旧復興のための建築物の被災度判定を支援する機能を持ったシステムである。そして、本システムは、被害情報収集支援だけではなく、平常時の情報収集などに用いることも可能なシステムである。

上記の機能以外に、現在開発中の機能として、収集に必要な地理情報などを3次元画面上に表示し、調査活動を支援する機能、平常時の消防活動支援に用いる機能として、火災現場の延焼シミュレーション、地域の地理情報表示、地理的な消防水利情報の表示などの機能、地震災害などの被害情報収集支援に用いる機能として、地震動推定、被害推定のシミュレーション解析をする機能を開発中である。

なお、ここで提案する被害情報収集支援システムは、基本的にRFID読み取り書き込み装置とは独立に構築可能なシステムである。RFIDの読み取り書



図2 提案する被害情報収集支援システムの構成及びソフトウェア

き込み装置との連動によって、更に機能を充実させることができる。

(2)システム構成

被害情報収集支援システムの構成は、位置情報把握のためのGPS(Global Positioning System)、システムを動作するためのノートパソコン、RFIDの読み取り書き込み装置、筆者らが開発した簡易型GIS (Geographic Information System：地理情報システム)を組み込んだ現地被害情報収集システム^{4) 5)}から構成される。また、上記の構成以外にヘッドマウントディスプレイ(HMD：Head Mounted Display)を組み合わせることにより、ハンズフリーでの調査が可能になる。システム構成を図2に示す。

(3)RFIDを利用したシステムの活用方法

a.「電子表札」を利用した建物位置把握および被害情報収集

現地における被害情報収集を支援するシステムは数多く研究開発されており^{6) 7)}、ほとんどのシステムにおいてGISを用いている。GISを用いる理由として、地図を見ながら被害情報を入力するのが簡便であるためである。しかし、建物の位置情報の入力において、現場の地理に詳しくない場合には、地図から建物を把握するのに多くの時間を要してしまうことがある。また、GPSの位置情報を用いたとしても、GPSの精度は数十m程度であることから、隣接した建物が連続した場合に建物を識別するのは困難である。そこで、建物の位置情報の入力の手間を省くために、情報共有化システムの電子表札に格納されている位置情報を用いる。電子表札の緯度経度、家主名、住所などの情報から調査建物のアドレスマッチングをすることにより、調査建物を間違えることなく正確に判断でき、被害情報収集の効率化が可能になる。そして、位置情報だけではなく、電子表札内の建物情報なども被害情報収集に活用できる。

b.RFIDを一時記憶装置とした被害収集での利用方法

RFIDを利用した被害情報収集には、情報共有化システムを利用するだけではなく、被害情報収集に際して一連の流れがある作業を対象とした利用方法がある。地震災害における建物の被災度判定は、初動調査→応急危険度判定→被災度区分判定→罹災証明と一連の流れがあり、また情報が共通する部分が数多く存在する。そのような場合において建物被災度判定結果を書き込んだRFIDを現場に設置していくことにより、共通情報の読み取り書き込みができ、重複調査などのミスを劇的に減らせ、正確かつ効率

的な作業が可能になる。

c.「電子表札」を利用した平常時の情報収集支援

位置情報の把握、地震災害の被害収集のための電子表札を利用した方法を上述で示したが、その他に平常時における電子表札の活用方法を示す。自治体では、都市計画や都市基盤整備における地図の整備や道路拡幅の調査、新築建物の建設や住宅の建替えに伴う建築確認申請などの現地調査が必要である。また、消防においても地域の消防水利の変更に伴う調査や防災のための現地調査がある。そこで、被害情報収集支援システムと電子表札の情報を活用することにより、それらの調査の効率化を図ることが可能になる。

3. 3 情報共有化システムの普及の方策

上述の情報共有化システム及び被害情報収集支援システムは、電子表札が普及することにより機能するシステムである。しかし、現状ではすぐの普及は困難である。そこで、電子表札の普及前段階での利用方法及び普及方策について述べる。

(1) 電子表札の普及前段階でのRFIDの活用方法

普段から街中にRFIDが設置されている状態を想定せず、普段は空のRFIDを公民館などに備蓄しておき、大規模な地震災害が発生した時にそのRFIDを町内にばらまき、一時記憶装置として用いる方法がある。震災後にもその仮設したRFIDを用いることにより、情報共有化を図ることが可能になる。

(2) 電子表札の普及の方策

電子表札が普及するためには、設置する一般家庭の利益、それを利用する事業者、公共機関の利益が多分なくては難しい。そのため、上述でいくつかのメリットを例として挙げた。しかし、それらのメリットがあるとしても普及は難しいのが現実である。そこで、何らかの制度を利用して電子表札を普及させる必要がある。

電子表札には、建物の位置情報、家族の情報などの格納する項目が存在し、これらの情報は居住者本人が情報を書き込むことは可能であるが、平面図や構造種別などの建物情報は、建築の専門家等であれば情報の書き込みが難しい問題点がある。そこで、建物関連の制度を利用することにより、電子表札の普及と建物情報の取得の両方が可能になると考えられる。例えば、新築の場合には、住宅建設時の融資

を受けるための住宅金融公庫⁸⁾や住宅性能表示⁹⁾などの耐震性能評価をする制度と連携することにより、建物情報の取得が可能になる。また、既存建物の場合は、増改築する際の建築確認申請等の制度で建物情報の取得が可能になる。それらの制度において、電子表札を取り付けることによって住宅の税率が緩和されるなどの措置を講じることが可能になれば、居住者と公共機関の両方にメリットが存在することになり、電子表札の普及が図れるものと考えられる。

3. 4 情報共有化システムにおけるセキュリティの問題

情報共有化システムは、可搬型端末を使用することにより、RFIDの情報を取得し書き換えが出来る利便性を持っているが、逆に悪意がある者により情報の悪用や改ざん等が起こる危険性がある。そこで本節では、RFIDのセキュリティ対策について検討する。

まず、情報の読み取りに関するロック機能をRFID側に搭載する対策が考えられる。質問器からの呼びかけに回答しないようにRFIDを黙らせることは回路的に可能であるので、任意の呼びかけに回答する記憶領域と、ロックを解除しない限り回答しない記憶領域とをRFID内に併存させておき、平常時は、位置情報や家主名など一般に公開されている情報のみを読み取ることを可能にし、火災もしくは地震災害の際には、ロックを解除することにより、全ての情報を読み出せるようにする仕組みが考えられる。その場合、ロックを解除するトリガーの自動化をどのようにして実現するかが課題となる。

ソフトウェア面での対策として、RFIDに格納される情報を暗号化することが必要である。RFIDを読み取る際にユーザ認証を必要とする仕組みにすれば、一定の資格を持った者のみが読み取り装置を操作できるような運用が可能になる。読み取り装置の管理が徹底できるのであれば、ユーザ単位でなく装置単位での認証も考えられる。その場合、データを読み取れるレベルに応じて読み取り装置をランク分けすることが可能になる。例えば最も深い情報まで取得できる読み取り装置は消防署などの公安組織にのみ配備が許される、といった運用である。

不正な書き込みへの対策としては、RFIDへの書き込み処理時に、書き込みを行ったフィールドに対してロックをかける機能を利用することが考えられる。

なお、RFIDのハードウェアに対する破壊攻撃な

ども考えられるが、その対策としては、容易に触れることができない位置にRFIDを設置するといった基本的な対策が考えられる。このような対策が可能なのも、非接触で情報を読み取れるRFIDならではのメリットである。

RFIDのセキュリティ対策は、電子表札の普及を図る上で最も重要な課題に位置づけられるので、筆者らは、必要となるセキュリティ要件および対策について、検討を進めている¹⁰⁾。

4. 現在の開発状況

上述で情報共有化システム及び被害情報収集支援システムについて提案を行った。本章では、現在開発を進めているシステムに関して述べる。

ベースとするRFID書き込み読み取り装置が対象としているRFIDの記憶容量は、現状では1個当たり90バイト程度であり、2バイト文字のASCIIデータに換算すると50文字程度に過ぎないため、情報共有化システムの基本となる情報をすべて格納することはできない。そのため情報共有化システムについては現在、この容量制限内に格納すべき情報の書式などの検討を行っている段階である。

被害情報収集支援システムについては、Microsoft社のVisualBasic6.0を使用して、基本となるアプリケーションを開発し、被害情報収集が可能なシステムを構築している。但し现阶段ではRFID読み取り書き込み装置とは独立して動作するようになっており、次の段階として、同装置と連携する機能の開発を目指す。その第1歩として、RFIDに記憶させた位置情報を読み取って被害情報収集支援システムと連動させることや、「RFIDを一時記憶装置とした被害収集での利用方法」の基礎として、応急危険度判定の判定項目を表示して結果を入力するアプリケーションと連携し、判定結果をRFIDに書き込み読み取る機能を実装している。図3に応急危険度判定結果の入力アプリケーションとその入力情報をRFIDに書き込んだ際のパソコンの画面を示す。現状では、複数枚のRFIDを使用することで、記憶容量の限界を克服している。

5. まとめ及び今後の課題

本発表では、RFIDを用いた情報共有化システムの提案およびRFIDを活用した被害情報収集支援システムの提案を行った。また、電子表札の普及方法、電子表札のセキュリティの方策について検討し、現

在の開発状況などについて報告を行った。

本発表で提案したシステムは提案事項であり、未だプロトタイプの開発段階である。今後は、システムの開発を進めるとともに、テストサイトでの実証実験、利便性の追求、電子表札の普及方法など検討していく予定である。

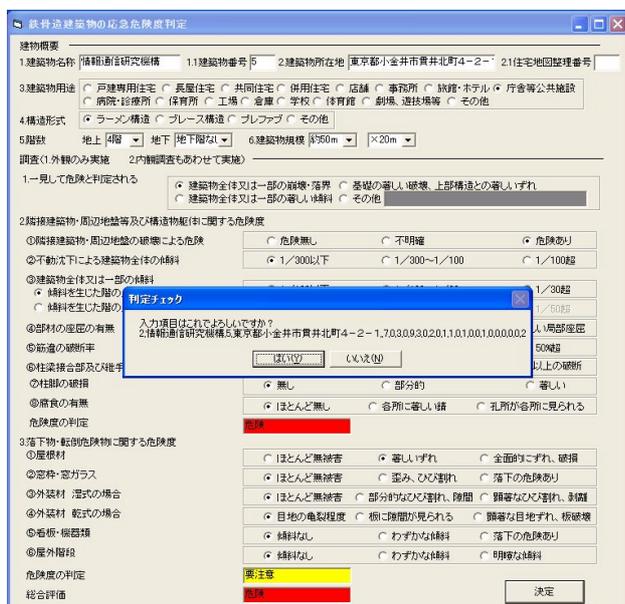


図 3 a 応急危険度判定結果の入力アプリケーション画面

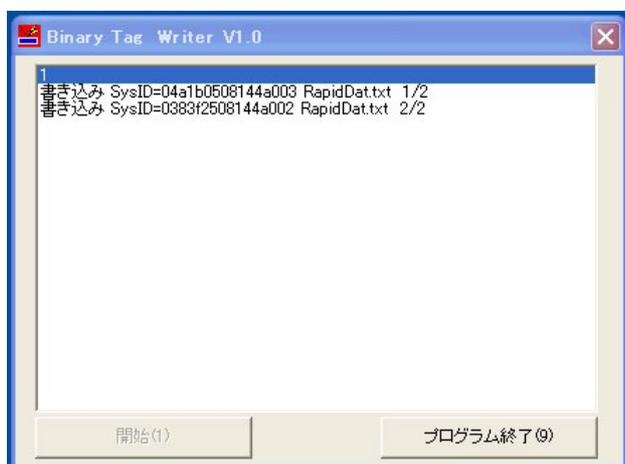


図 3 b 図 3 a の入力情報を RFID に書き込んだ際のパソコンの画面。2 枚の RFID に分割して書き込まれたことを示す。

謝辞

本研究は、文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト（レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発）により開発を進めている RFID 書き込み読み取り装置をベースとして進めている。同プロ

ジェクトの中心的役割を担う NPO 国際レスキューシステム研究機構、独立行政法人防災科学技術研究所を始め、研究の推進をご支援いただく関係機関に感謝する。本研究は、独立行政法人情報通信研究機構と、工学院大学、独立行政法人消防研究所および独立行政法人産業技術総合研究所との共同研究として進めている。共同研究の推進をご支援いただく関係者に感謝する。

参考文献

- 1) 根日屋英之, 植竹古都美: ユビキタス無線工学と微細RFID, 東京電機大学出版局, 2003
- 2) 被災建築物応急危険度判定研究会編: 被災建築物応急危険度判定マニュアル, 日本建築防災協会, 1998
- 3) 国土交通省住宅局建築指導課監修: 震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針, 日本建築防災協会, 2001
- 4) 柴山明寛, 久田嘉章: 地震災害時における効率的な現地被害情報収集システムの開発, 地域安全学会論文, No.5, pp.95-103, 2003
- 5) Akihiro SHIBAYAMA and Yoshiaki HISADA: An Efficient System For Acquiring Earthquake Damage Information In Damaged Area, The 13th World Conference on Earthquake Engineering, 2004 (投稿中)
- 6) 座間信作, 遠藤真, 細川直史, 畑山健, 柴田有子, 原田隆: 地震情報収集システムの開発-消防活動支援情報システムの一構成要素として-, 地域安全学会論文報告集, pp.113-116, 2001
- 7) 福和伸夫, 高井博雄, 飛田潤: 双方向災害情報システム「安震システム」と携帯型災害情報端末「安震君」, 日本建築学会技術報告集, 第12号, pp.227-232, 2001
- 8) 住宅金融公庫法: 住宅金融公庫法 (昭和25年法律第 156 号), http://www.jyukou.go.jp/kouko/kouko_annai/pdf/hou.pdf
- 9) 住宅品質確保促進法: 住宅の品質確保の促進等に関する法律施行令 (平成12年政令第64号), <http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/torikumi/hinkaku/houritu/hou110623.pdf>
- 10) 滝澤修, 田中秀磨, 山村明弘: 防災用RFIDのセキュリティ要件に関する考察, 電子情報通信学会・暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2004), 2C5-4, 2004