

3. 成果

各サブテーマにおける研究活動および全てのサブテーマが連携して行った統合実証実験を通して得られた成果の概要は以下のとおりである。

サブテーマ1：電子タグを利用したシームレス測位・効率的な測量システムの開発

電子タグを利用したシームレス測位・効率的な測量システムの開発を目指して、位置の分かった電子タグの効率的配置を可能にするための電子タグテープを試作し、測位を想定した読み取り試験および関連手法・アルゴリズムの開発を行った。電子タグとGPSを併用した測位アルゴリズムを開発し、実証実験を通じて、その動作を確認した。また、脱落すると動作しなくなる電子タグを試作し、動作を確認した。

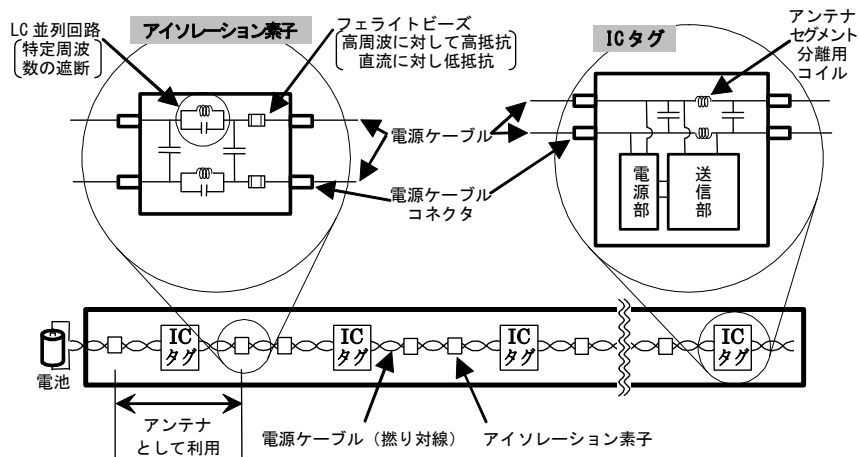


図2 電子タグテープの構成図

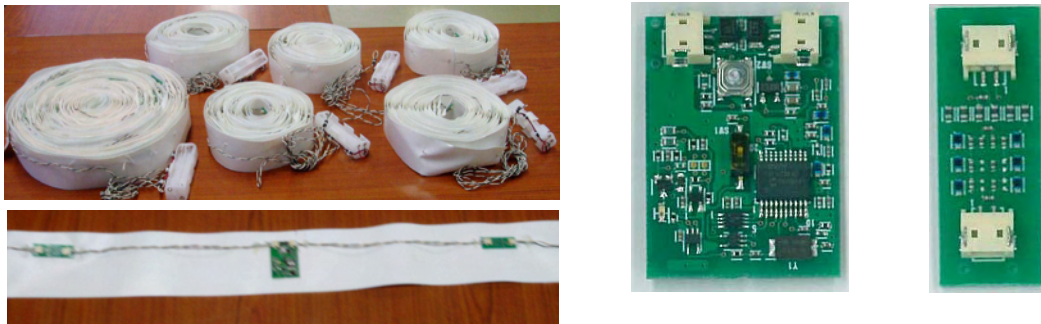


図3 試作された電子タグテープ



図4 インテリジェント基準点と開発した測量機器を用いた測量作業

既存のトータルステーション（測量機器）と電子タグリーダ等を組み合わせ、インテリジェント基準点を使用して測量を行うための機器を開発した。また、読み取った電子タグのデータをキーとして、この機器に測量に必要な情報を提供するインテリジェント基準点管理サーバを試作した。これらの測量機器等を用い、実証実験の準備作業を行った。この作業では、既設の3級基準点をインテリジェント化し（電子タグを付加）、その3級基準点に基づき4級相当のインテリジェント基準点を新設した。さらに、このインテリジェント基準点を用いて電子タグ等の位置の決定を行い、他のサブテーマに必要な位置情報を提供した。この作業は、インテリジェント基準点を活用した典型的な測量作業であり、その過程で、開発した測量機器等を用いて効率的に測量が行えることを確認するとともに、標準的な作業方法を確立して、ガイドラインとして取りまとめた。

サブテーマ2：P2Pモデルを利用した位置情報の高精度化と環境情報取得に関する研究

P2Pモデルを利用した位置情報の高精度化と環境情報収集・配信機構の実現を目指して、まず位置情報を端末間で交換するネットワークを動作させる実験環境（図5）を整備した。プライバシーに配慮したアドレス体系(STA: Spatio-Temporal Addressing)に基づく端末の相互通信方式を実験環境に統合し、電子タグ、歩行者慣性航法ユニットを用い、他の端末から得た位置情報も考慮して自端末の位置情報を高精度化する確率論的な手法を開発した。



図5 構築した実験環境



図6 電子タグの位置の逆推定

また、電子タグの位置を逆推定する基礎的技法の開発を行い（図6）、屋外で実験を行って2m以下の誤差で未知のタグの位置を推定できることを確認した。逆推定された位置情報の推定誤差が十分小さくなった時点で測位に利用し始めることができる。

サブテーマ3：測位技術を利用した安全・安心の確保に関する研究

①大規模災害時における被災情報の共有および測位情報の管理に関する研究

[illegible]

28



図9 データ中継ソフトウェアを実装したマイクロサーバとアクティブタグ

平成 19 年度は、RFID 一体型携帯電話端末制御システムの端末との連携を強化する以下の機能を開発した。

- ・ 火災を感知したレスキュー・コミュニケーターに接続されたアクティブタグから送出されるタグ ID をトリガーにして、携帯電話端末へ、火災発生を音・振動・画面表示できる機能。
- ・ 携帯電話端末は、取得したタグ ID に基づき、現在位置と火災発生位置、「発信地表示サーバ」の URL を「位置解決サーバ」から取得する機能。
- ・ 携帯電話端末は、「発信地表示サーバ」の URL に対して Web 接続し、建物平面図等の情報を取得する機能。

また、GPS と Bluetooth 通信機能を内蔵した携帯電話端末に対してパッシブ電子タグリーダアタッチメントを取り付け、実環境中にパッシブ電子タグもしくは Bluetooth モジュールを設置し、パッシブ電子タグの ID もしくは Bluetooth モジュールのデバイスアドレスあるいは GPS を用いた 3 ウェイの測位を、携帯電話端末において実現した（図 11）。さらに、平成 18 年度にハイブリッド RFID システムとして既の実現した RFID 一体型携帯電話端末制御システムとの連携機能に加えて、新たにサブテーマ 1（電子タグテープ、インテリジェント基準点）及びサブテーマ 2 の開発システムとの連携機能も実現した（図 10）。この「多種類電子タグ統合リーダ・ライタ」は、当プロジェクトで採用した 2 種類のパッシブ型及び 4 種類のアクティブ型電子タグの読み取り（一部書き込み）機能と、GPS 受信機能を有し、取得した位置情報を GIS（地理情報システム）の上にプロットするインタフェースを備えている。



図 10 多種類電子タグ統合リーダ・ライタ



図 11 パッシブタグ、アクティブタグ、GPS による 3 ウェイ測位が可能な携帯電話端末

平成 20 年度は、平成 19 年度に開発した 3 ウェイ測位携帯電話端末アプリケーションを改修し、パッシブタグを測位でなく大規模災害時における被災情報の共有用のタグとして使えるようにした。また多種類電子タグ統合リーダ・ライタを改修し、対象としている 2 種類のパッシブ型及び 4 種類のアクティブ型電子タグすべての ID を ucode に変換する機能、及び 3 ウェイ測位携帯電話並びに RFID 一体型携帯電話端末制御システム用の位置解決サーバを使って位置解決する機能を追加した。

最後に、開発成果の社会展開方策として、携帯電話キャリアが提供するアプリケーションサーバに 3 ウェイ測位携帯電話端末アプリケーションを登録し、対象機種を持つユーザーであれば自由にダウンロードして使用できるようにした。

②救援要請時における測位技術に関する研究

救援要請時における位置特定を迅速に行うために、電子タグの形式や配置の検討を行い、電子メールなどを利用した通報システムの仕様検討・基本シーケンスを策定し、救援要請通報システムのプロトタイプとして「RFID 一体型携帯電話端末制御システム」を試作した。さらに、119 番等の救援要請通報において、発信位置の特定は、迅速な駆けつけと効果的な消防防災活動には不可欠な機能であるという観点で、初年度に試作した「RFID 一体型携帯電話端末制御システム」に対して、以下の機能を加えた「救援要請時測位システム」を試作した。

(1) RFID 一体型携帯電話端末からの通報（音声とメール）機能において、端末表示メニューの改良、アクティブ電子タグが設置された位置（緯度経度・住所）から、電子タグが設置された位置を管轄する消防本部名と通報先アドレスを解決する機能などを拡張した。

(2) 携帯電話端末からの通報を受信するとともに、通報発信位置を WEB ブラウザ上の地図に表示する発信地表示サーバを追加した。

(3) 電子タグからの火災発生を指定されたタグ ID を受信した場合に、アラートの携帯電話端末画面での表示、受信したタグ ID を基に位置を解決、位置に対応する建物の平面図

を Web アクセスによって取得できる機能を追加した。

(4) 電子タグの ID に ucode 上で共通形式化されたタグ ID を実装した。

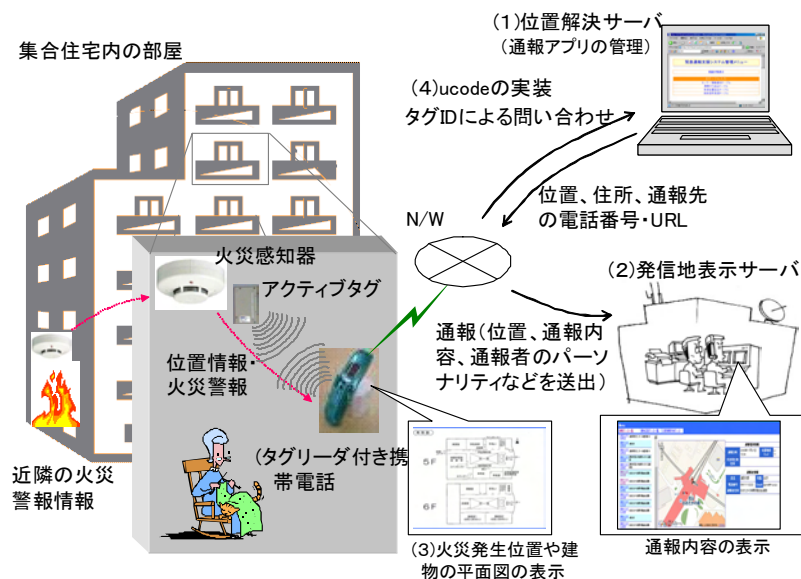


図 1 2 救援要請時測位システムの構成図

③要救助者の探索技術に関する研究

また、災害発生現場において要救助者が携行した電子タグの位置特定を行うため、雪やガレキが電波伝搬に与える影響を調べるための測定環境を整え、実際に一般住宅で普通に用いられている建材を中心として測定を行った。計 24 種類（平成 18 年度 12 種類、平成 19 年度 12 種類）の試料を対象として測定を行い、試料中に含まれる水分量による透過減衰への影響を把握した。その結果、木質系の材料では内部に含まれる水分の影響をうけて透過減衰量が増加すること、珪酸カルシウム板による透過減衰量が増加すること、内部に液体としての水分が少ない雪氷では殆ど減衰が見られないことが確認できた。また、測定を行う一方、平成 19 年度より要救助者の位置推定システムの開発を開始し、既存手法に最急降下法を取り入れた位置推定手法について検討を行い、試作・改良を行った。

④子供の安全・安心の確保に関する研究

子どもの安全安心確保に関しては、測位技術を用いた児童の空間行動測定・分析手法を検討するために、まず、5つの小学校の児童約 2,400 名の 1 日間の空間行動（トリップ）を記録した紙地図の空間データ化、行動経路データの道路セグメント単位での集計分析ツールの開発、および小学 2・5 年生各 30 名に 2 週間 GPS 携帯電話を携帯させる空間行動測定実験を実施した。データの分析に際しては、測位精度に問題のある GPS 位置の補正処理を目的とする、行動経路トラッキングシステムを開発した。さらに、保護者・地域住民の防犯パトロール活動を把握し、見守り関係者と児童の動きを GIS（地理情報システム）の上で重ね合わせることを目的とし、小学生児童 29 名の日常行動の状況、その保護者 29 名と防犯ボランティア 5 団体の見守りのカバー範囲を GPS により測定する防犯活動測定実験を実施した。