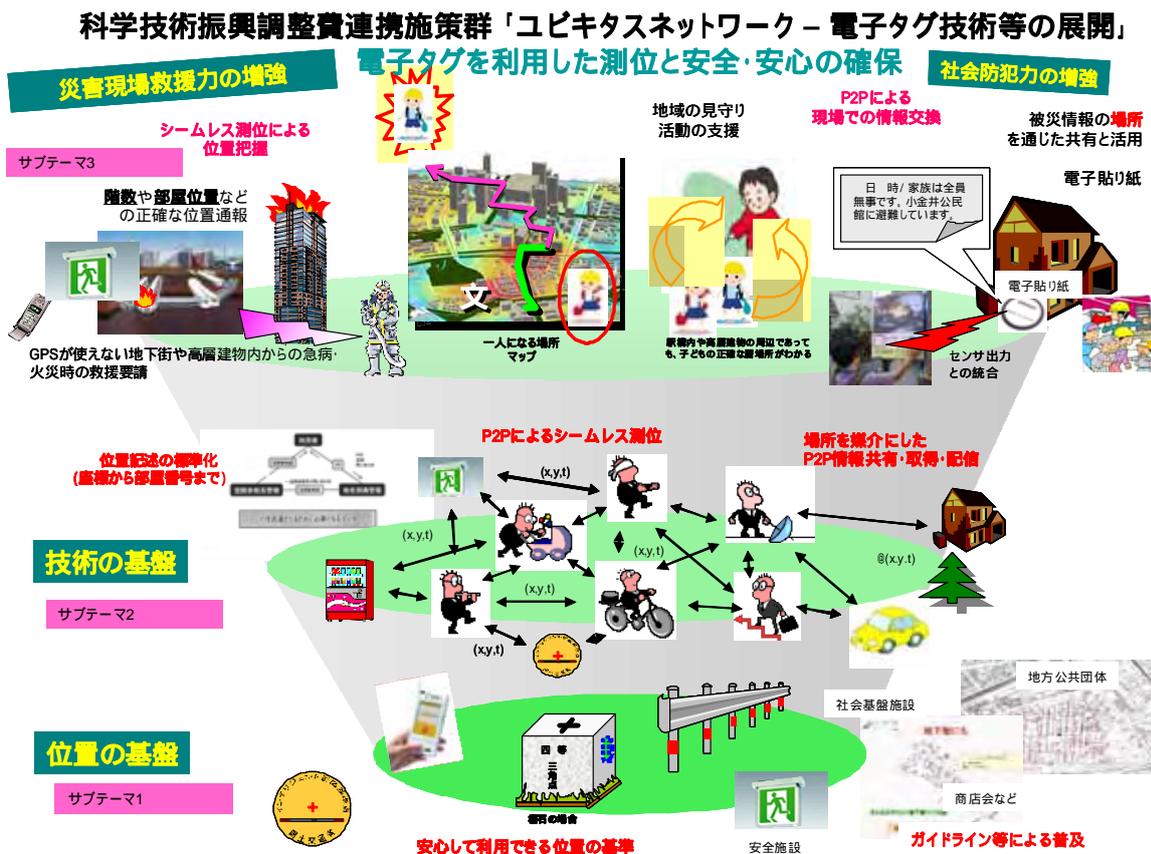


科学技術振興調整費「科学技術連携施策群の効果的・効率的な推進」
平成 18～20 年度実施「電子タグを利用した測位と安全・安心の確保」成果の概要

研究代表者 国立大学法人 東京大学 准教授 瀬崎 薫

1. 概要

電子タグの実用化に向けて内外で多様な研究開発が進展している。その一つの動きは個別オブジェクトの側に電子タグを配備し、オブジェクトの同定を行い商品トレーサビリティ等へ利用することを狙いとしたものである。もう一つの動きは実環境中の側にこれを配備し、これによって位置情報を始めとする近隣の空間情報を提供するものである。後者の動きについては、誘導灯へ電子タグの設置を行い地下空間等消防活動が困難な空間における消防活動を支援するシステム、電子タグを付加した基準点(インテリジェント基準点)位置を明示したい箇所への設置を目的とした自律移動支援プロジェクト推進委員会等の様々な研究活動が既に開始されている。



位置情報の取得とそれを利用した位置情報サービスの提供は、安全安心な社会を構築するためだけでなく、新規産業の創出と活性化にも資する極めて社会的な重要性と緊急性の高

いものである。このためには、電子タグを位置情報取得のため核となるインフラとして整備すること、このインフラを利用してシームレスかつ高精度な位置情報を提供する技術を開発すること、更にその有効な応用システムの研究の全てを一括して推進する必要性がある。

本研究では、各府省で個別の研究開発が行われている各種のプロジェクトの推進者が一致団結すると共に、これらプロジェクトに対して横串を刺し、電子タグの整備を鍵とした位置情報取得とその位置情報サービスへの応用を効果的・効率的に統合し、その成果を国民の共有財産として活用するためのフレームワークを整備した。更に、我が国の国土に実際に大規模に電子タグを配備するための戦略と、その応用の将来像を明確化した。

2．目標

本研究を実施するにあたって、図1に示すとおり3つのサブテーマを設定し、サブテーマ1は国土交通省国土地理院、サブテーマ2は東京大学空間情報科学研究センター、サブテーマ3は独立行政法人情報通信研究機構、総務省消防庁消防大学校消防研究センター、科学警察研究所において担当した。各サブテーマの目標は以下の通りであり、更に最終的に3つのサブテーマの成果を統合した実証システムを構築することも目標とした。

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手法の開発

電子タグを格子状に配置したカーペット、一定間隔で電子タグをガードレール・縁石等へ配置する等の手法により、位置のわかった電子タグを、多量かつ安価に配置する技術を開発する。

インテリジェント基準点を利用した効率的な測量方法の開発

電子タグを埋め込んだ基準点を利用し、電子タグに書き込まれた座標等の情報を読み取り、効率的に測量を行うための測量機器を開発する。また、この目的に適した基準点と埋め込む電子タグの仕様を調査する。さらに、インテリジェント基準点を用いた標準的な測量手法を確立し、作業マニュアルを作成する。

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 プライバシーを重視したP2P型位置情報交換方式の研究

電子タグ情報を読み取り可能なユーザ端末間でP2P型のアドホックネットワークを構築し、位置情報に加え端末が搭載センサから取得した環境情報を交換するのに適したネットワークプロトコルを開発する。特に、プライバシー保護の観点から、個々の端末の行動履歴を隠蔽可能であることに留意する。

P2Pモデルを利用したユーザ端末の位置の推定に関する研究

位置が不明な携帯型ユーザ端末は、遭遇した付近のユーザ端末との間でP2P型ネットワークを構成し、位置情報P2P通信をおこなう。相手端末のうち、電子タグ等を利用して測位がなされたユーザ端末から測位結果を受領する。複数の測位結果を測位時刻、測位精度、端末の速度等を考慮して調整し、自己の位置とその精度誤差を推定する技術を開発する。

また、高機能端末の場合にはGPS、加速センサや磁気センサ等多様な測位観測量が得られる場合もあるため、これらの観測量と地図情報・更には位置以外のユーザコンテキスト

をも統合して、位置情報の高精度化を目指す。

電子タグの位置の逆推定に関する研究

位置情報をもつユーザ端末が、位置の不明な電子タグを読み取った場合、この読み取りに関する電子タグの ID、位置、測位時刻、測位精度を通信・蓄積する。蓄積された情報を調整することにより、その電子タグの位置を推定するための基礎理論を構築すると共に、実際に推定された位置を測位に利用する技術を開発する。

環境情報の収集と配信に関する研究

ユーザ端末が位置情報を交換する際に、取得した位置をキーとして、温度等センサからの環境情報・突発的災害等の警報情報を P2P 形式で交換すると共に、ある空間的範囲に限定した配信を行うための技術を開発する。

ユビキタス位置情報サービスの実証実験システムに関する研究

サブテーマ 1 で開発されたインテリジェント基準点を用いて、本サブテーマで開発したユーザ端末の位置情報高精度化技術を実装した端末群を動作させその有効性を検証する。更に、その上でサブテーマ 3 で開発した応用システムを動作させることにより最終的に 3 つのサブテーマを統合したシステムとして結実させる。

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

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

大規模災害時に被災情報を現場に残す手段としての電子タグとして、新たに UHF パッシブタグやアクティブ（電池内蔵）タグを検討するほか、被災地調査端末以外の手段による使用法を開発する。また平常時の利用法を調査する。さらに、タグを持ち歩くことによりロケーション情報を不正に入手される危険性を回避するために、電子タグシステム管理者に対してもプライバシーを保護できる新しい手法を開発する。

救援要請時における測位技術に関する研究

緊急通報受理機関が災害現場位置の迅速な把握と、速やかな現場駆けつけを実現するため、GPS が利用不可能なオープンスカイではない地下や建物内環境下での電子タグによる測位に関する基盤技術、救援要請時における受理機関側の GIS 技術に基づく発信地の表示システムを開発する。

要救助者の探索技術に関する研究

雪やがれきの中に埋もれた要救助者の持つ電子タグの位置を特定するためには、雪やがれきなどの持つ電波伝搬に与える特性を把握することが必要である。そのため、電波暗室等を用いて電波伝搬への影響を把握する。また、既存の位置特定手法に対して、周辺物質の影響を加味する手法について検討を行うとともに、位置特定システムについて検討を行う。

子供の安全・安心の確保に関する研究

電子タグ・GPS などの連携によるシームレス測位技術の活用により、子どもの多様な日常活動圏の把握と異常事態の早期検出を可能にする手法を検討する。また、測位技術を用いた児童・地域住民間の位置情報の交換により、地域における子どもの見守り活動などを支援するシステムを開発する。

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。

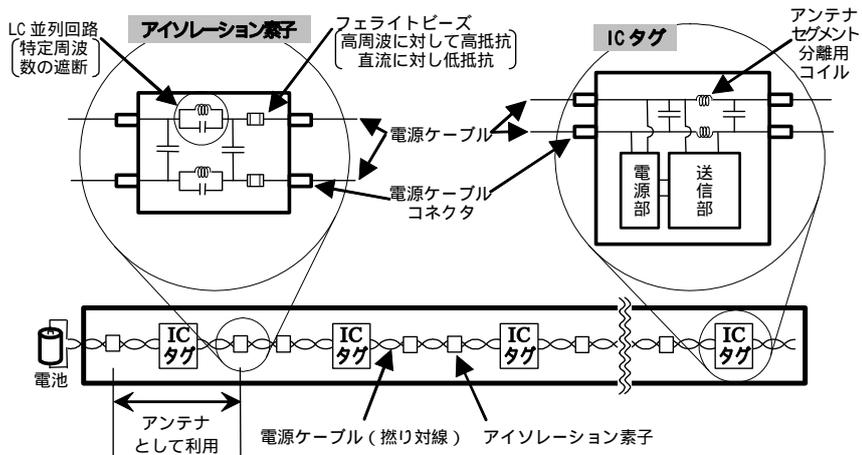


図2 電子タグテープの構成図



図3 試作された電子タグテープ
電子タグ本体 アイソレーション素子



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て、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。



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 システムとして既に実現した 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。