

# 高精度位置認識技術の研究開発

担当課室名：情報通信国際戦略局 技術政策課 研究推進室  
 実施研究機関：横須賀テレコムリサーチパーク（株）、  
 日本電気（株）

研究開発期間：H22年度～H23年度

研究開発費：H22年3.55億円、H23年3.45億円・・・計7.0億円

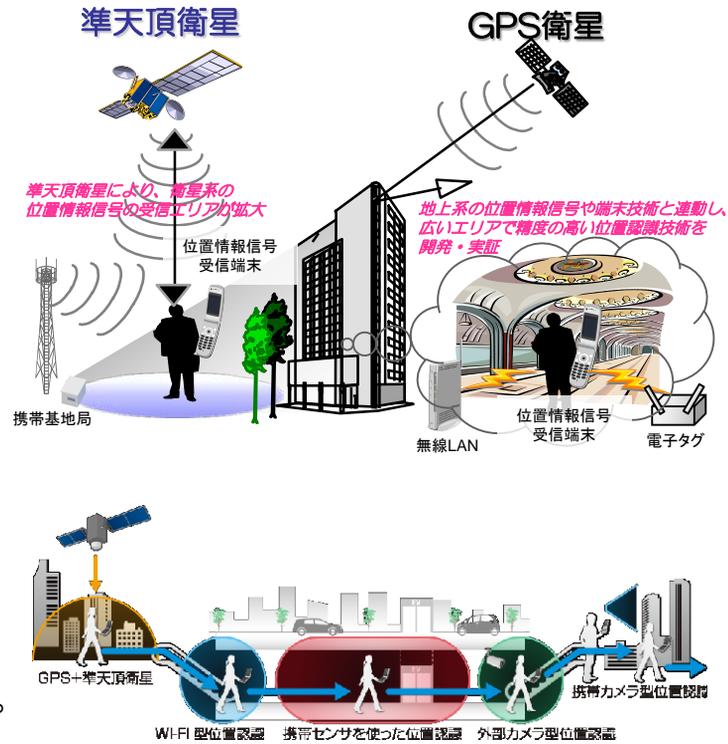
## 1. 研究開発概要

### 【目的】

国民生活の安全・安心等、様々なシーンで貢献する高精度の測位サービスの実現に向けて、準天頂衛星の打ち上げに伴う衛星系の位置情報信号の受信エリアの拡大に併せ、地上系の位置情報信号や端末技術との連動により、広いエリアにおける高精度の位置認識技術の研究開発を実施する。

### 【研究開発目標】

準天頂衛星で補完されることにより建物等による遮蔽を受けずに衛星測位信号を受信できるエリアの拡大に併せて、当該信号と、外部センサーによる位置情報認識技術、自律航行技術による位置情報補正技術、異種情報統合位置認識技術を連動することで、高精度位置認識技術の確立・実証を行う。



図：研究開発の概要

### 環境センサによる測位 (既存の無線LAN, 環境カメラ)

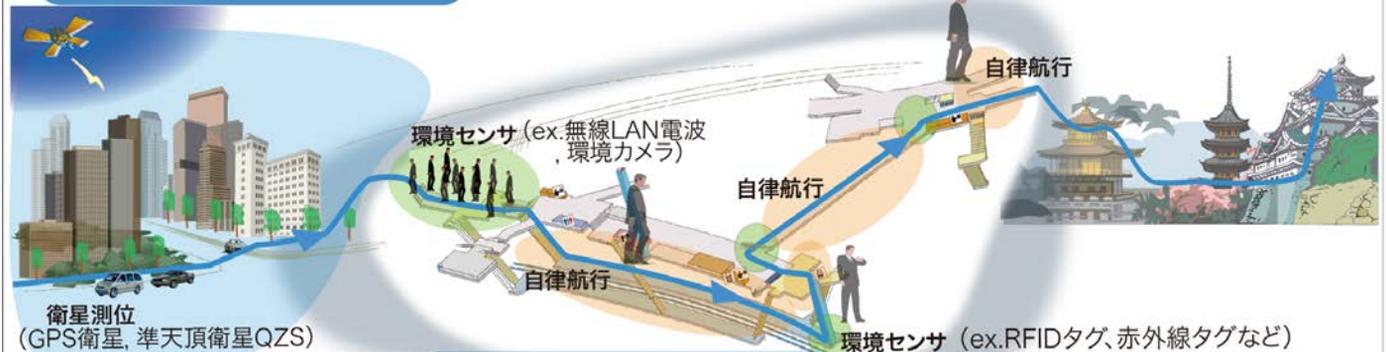
- ・専用センサによる電波環境観測結果をフィードバックし測位結果の安定化 [7-1]
- ・既存の環境カメラ映像による測位 [7-2]
- 目標精度：3～5[m]

### 測位手法の統合と連携

- ・異種測位手法間/時間を横断的に統合、連携した精度向上と連続的な測位 [7-1]
- ・ユビキタス空間情報基盤の成果活用による効率的な情報統合/管理 [7-2]
- 目標時間連続性：95%

### 携帯カメラ型測位

- ・インフラ不要な携帯カメラ映像測位 [1-2]
- インフラの無いエリアで自律航行の現在位置補正に寄与
- 目標精度：5[m]、方向5[度]



### 準天頂衛星受信モジュール

- 歩行者でも利用可能な
- ・小型準天頂衛星受信モジュール開発による都市環境での高精度化 [1-1]
- 目標精度：3～5[m]
- ・準天頂衛星による再測位高速化 [1-1]
- コールドスタート測位：15～30[s]

### 自律航行型測位

- ・自律航行センサ信頼度を用いた確率統計自律航行測位フィルタによる多様な都市環境での測位精度向上 [1-1]
- ・環境知識(人行動/空間構造)の活用による行動/マップマッチング型自律航行 [1-3]
- 目標精度：3[m] (広域精度 5～10[m])

### 自律航行/環境センサ型測位手法の連携

- ・自律航行型測位信頼度データに基づき、環境センサ測位と自律航行測位とでエリア分担する環境センサの最適配置設計 [1-1], [7-1]
- インフラ設置コスト/精度の最適化

## 2. 研究開発成果概要

本研究開発では、測位精度の向上と複数の測位手法を活用した際のカバレッジ(測位を利用できる範囲)の拡大を目指し、次の6つの個別の測位技術の高度化を実施した

- (1) 無線LANを用いた測位技術の高精度化
- (2) 外部カメラが取得した画像を用いた測位技術
- (3) モバイルセンサを利用する自律航行型測位技術
- (4) モバイルカメラが取得した画像を用いた測位技術
- (5) 高抽象度の空間知識活用による自律航行型測位技術
- (6) 準天頂衛星信号による測位の高度化

また、これらの個別の測位技術の測位精度誤差および測位方式の差異を吸収し測位結果として統合するため、「異種測位手法間の連携・統合を動的に実現する技術の研究開発」および「ユビキタス空間情報基盤技術を活用した高効率な情報管理技術」の技術開発を実施した。

測位の精度/連続性評価のため、研究開発成果を統合し、屋内/外を含む実環境(ららぽーと柏の葉)における技術的評価実験を実施するとともに、研究開発成果の実用性評価のため、「視覚障がい者向け音声ナビゲーション」と「AR探索型ショッピングガイド」の2種類のアプリケーションによる実証実験を行った。

| 技術課題                | 到達目標  | 研究開発成果   |  |
|---------------------|---|--|--|
| ア、イ及びウの技術を組み合わせて実現  | 衛星測位信号が直接受信できない場所を含め、約3m(エレベーターや階段等を有する都市空間のような複雑な環境で、約5~10m)の精度の位置認識を実現。 | ア~ウの技術を組み合わせた測位精度の評価実験結果により、エスカレータ、階段等を含む都市環境を模擬した評価経路にて、 <b>96.6%の時間率で3m以内の測位精度</b> を達成。また、経路の全域で、 <b>100%の時間率で5m以内の測位精度</b> を達成。 |  |
| ア)外部センサーによる位置情報認識技術 | (ア-1)参照用端末を活用した高信頼無線LAN測位   | 位置情報を3~5m分解能の測位エリア単位で90%以上の正解率で取得。   | <b>3~5m分解能</b> の測位エリア単位で <b>90%以上のエリア</b> で測位可能な性能を実現。   |
|                     | (ア-2)環境カメラ映像測位  | 既設のデジタルの環境カメラを用いて、正解率80%以上かつ誤差5m以下のユーザの測位を実現。  | 既設のデジタルの環境カメラに安価な小型画像処理ユニットを取り付け、 <b>95%の正解率</b> かつ <b>誤差5m以下</b> でユーザの測位ができることを確認。  |
| イ)自律航行技術による位置情報補正技術 | (イ-1)携帯センサ自律航行型測位   | センサ型自律航行型測位を広域精度5~10m、分岐点や誘導目的地点など測位応用で重要な地点において、位置キャリブレーション後30m航行時の誤差精度3m(誤差増加率10%)を実現。   | <b>時間率約93%で広域精度10m以内</b> となることを確認。航行距離に応じた <b>測位誤差増加率平均値3.1%</b> を実現し、目標を達成。   |
|                     | (イ-2)携帯カメラ映像測位(街並み識別)   | 位置の誤差5m以下、向きの誤差5度以下を実現。  | 位置測位の <b>誤差2.6m</b> 、方位角の <b>誤差3.6度</b> を達成。   |
|                     | (イ-3)知識活用に基づく自律航行型測位  | 100m航行時の測位精度5~10m以内(誤差増加率5~10%)を実現。  | 航行距離に応じた <b>測位誤差増加率の平均値2.5%</b> を達成。   |
| ウ)異種情報統合位置認識技術      | (ウ-1)異種測位情報統合・配信  | 屋内外を問わず95%以上の時間連続的に位置情報を取得できる性能を実現。  | <b>測位誤差が3m以下</b> となる <b>時間率96.6%</b> の性能を達成。   |
|                     | (ウ-2)空間コード活用による測位・空間情報の連携   | 空間情報管理システムの構築と、測位に必要な情報の管理と配信を実現。  | 空間コードを活用する空間情報管理システムを構築し、実証実験に必要な地図、経路、コンテンツ等の空間情報データベースの編集に活用。  |
| エ)準天頂衛星受信モジュール      | (エ-1)準天頂衛星モジュール   | 携帯可能な準天頂衛星受信モジュールを製作し、補足時間15秒以内、測位精度5m以下(95%)を実現。  | <b>全移動距離のうち95.5%で測位精度が5m以内</b> となる精度を確認。衛星の <b>補足時間は12.4秒(平均)／最大15秒</b> を達成。   |
|                     | (エ-2)実証実験用システムの開発   | 実証実験用の利用者端末の開発。実証実験システム・アプリケーションの開発。携帯電話端末を用いた実証実験用システムの開発。  | 利用者端末については携帯型端末のハードウェア及び内部ソフトウェア・ファームウェアの設計と実装を完了。高精度位置認識技術を用いた実証実験に必要なシステムとして、汎用性のある携帯電話端末上で動作するシステムを開発。                  |
|                     | (エ-3)視覚障がい者向け音声ナビゲーションサービスの実証実験   | 提示する空間情報とナビゲーション利用者との地理的配置関係を考慮した情報提示を実現し、高精度測位技術の実用性を示す。  | 視覚障がい者向け音声ナビゲーションサービスの実証実験において、進行方向と位置を把握可能な自律航行型位置認識技術に、環境センサ型測位による位置補正を組み合わせて、連続的に3~5mの精度を提供する測位技術の有用性を検証。               |
|                     | (エ-4)AR型場所情報サービスの実証実験   | 地図や利用者に提示する空間情報コンテンツなどの取り扱いをユビキタス空間情報基盤技術と連携し、空間コードを用いて取り扱うことができているかどうか、また、必要に応じて空間情報データベースから空間情報を引き出すことができるかといった動作の検証を実施する。       | AR型場所情報サービスのアプリケーションの設計・実装を行った。本アプリケーションにより、測位システムを用いて様々な環境でシームレスかつ柔軟、広範囲に測位できるようになるといった特徴を活用した実証実験を行い、位置認識技術を活用した機能を実証した。 |

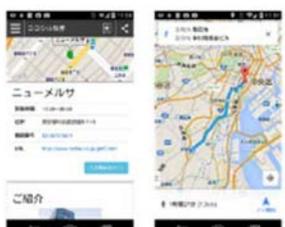
### 3. 成果から生み出された経済的・社会的な効果

<成果の社会展開に向けた取り組み状況>

- 自律航行測位に関する技術展開の取り組みとして、土木インフラの点検業務への応用について平成24年度から継続して推進。インフラ企業との共同研究において、点検業務における点検員の測位に関する研究開発を継続。(YRP)
- 当該プロジェクト成果の一部に基づき、LBS(Location-Based Service)として「**記念艦三笠ユビキタスガイド**」や「**ココシル®**」等のアプリを一般向けに展開中。ココシル®は、GPSやWi-Fi、BLE(Bluetooth Low Energy)等のさまざまなデバイスを組み合わせ、きめ細かく場所を識別する機能を提供するとともに、**その場所に基づいた観光地・街・博物館・美術館等の情報を、個々の地域の関係者が発信していくためのプラットフォームであり、すでに商用サービスとして提供している。**(YRP)

**ココシルの機能例**

目的地まで道案内



• 目的の店舗や観光スポットまで、道案内してくれます

気になる場所を自動でお知らせ



• あらかじめブックマークしておいた店舗・施設の近くをとると、スマートフォンが自動でお知らせします

今いる場所の情報をゲットしよう



• 「まち」に設置されたココシルマーカー、ucodeNFCタグを使って、今いる場所の周辺情報や目の前の展示品などの情報を取得できます。

- 平成24年度より、監視カメラ測位について、プライバシーに配慮した中間特徴量に基づく人物検出・追跡をベースとした動線抽出方式を社内で開発。平成25年度には、プライバシーに配慮した中間特徴量に基づく動線抽出方式を用いて動線抽出の実証実験を実施し、得られた知見をベースに技術を発展させ、複数カメラを連携させた動線抽出方式の社内開発を実施。平成26年度より、複数カメラを連携させた動線抽出技術の社内開発を継続。平成26年度～平成27年度には、複数カメラの映像をリアルタイムで処理して動線を抽出するシステムを構築し、複数の実店舗での実証を実施し、判明した課題を解決すべく、精度改善方式を開発。平成28年度には、複数カメラを連携させた動線抽出技術に必要な技術の開発が完了し、平成29年3月2日より店舗向けの「**人物行動分析サービス**」として商用化開始。また、リテールテックJAPAN2017に出展。(NEC)

**サービス概要**



NECの画像解析技術

性別・年齢 人物検出・追跡

来店者の行動: 来店 → 回遊 → 立ち止り → 検討 → 購入 → 退店

分析データ: 性別・年齢 回遊・滞留・コンバージョン 購買実績

今まで見えなかった「購買までの顧客行動」を見える化し、分析が可能!

**売上向上施策**

- 商品補充・入れ替え
- キャンペーンの実施
- 新商品のテストマーケティング
- POPの掲示
- レイアウト変更
- 各施策の効果検証...

● プライバシーに配慮して行動履歴情報を取得する際に必要な手順を明確化。

【適用ケース 2】店舗内設置カメラ（人物の行動履歴の生成）

＜ユースケースの概要＞

- 店舗内設置カメラ映像を用い、来店者の行動履歴（店舗内の移動経路や滞留時間）を記録・分析。
- 店舗内の広域やマージョーティング（即ちレイアウト変更）に活用する。

● 店舗入口での通知連携

行動履歴データを活用しやすくする環境づくりを促進

- 研究開発した技術の活用数、移転数: 2件(目標値4件)
- <新たな市場の形成、売上げの発生、国民生活水準の向上>
- 技術成果の実用化件数: 1件「人物行動分析サービス」(目標値4件)
- <知財や国際標準獲得等の推進>
- 本事業において位置情報等の識別に用いた標準データ形式である“ucode”(ユーコード)が、**国際標準規格であるITU-T(国際電気通信連合・電気通信標準化部門、本部:スイス・ジュネーブ)勧告H.642“Multimedia information access triggered by tag-based identification”として、平成24年6月に成立。**(YRP)
- 携帯カメラ測位の標準化については、OMA(Open Mobile Alliance)での標準化の取り組みを実施。**LPPe V2.0の規格の屋内測位の一方式として承認され、携帯カメラ測位の標準化が完了。**(NEC)
- 特許登録件数: 4件 出願済特許(平成25年度までに32件)について、特許化活動を推進中であり、4件の特許(内3件が海外)を取得済み。

## 4. 成果から生み出された科学的・技術的な効果

<新たな科学技術開発の誘引>

- 当該事業により国際標準となったucodeや「ユビキタス空間情報基盤技術を活用した高効率な情報管理技術」に関する他分野への応用として、**内閣府SIP「高度なインフラ・マネジメントを実現する多種多様なデータの処理・蓄積・解析・応用技術の開発(H26-30)」における、大規模なデータベース構築、データ仕様/通信仕様(API)の研究開発に繋がった。**また、インテリジェントビルディングにおける屋内測位を活用した情報提供サービスおよび、そのための測位インフラ構築に関して、科学技術開発に繋がった。(YRP)
- 本研究委託で開発した環境カメラ測位に関しては、プライバシーに配慮した中間特徴の利用により、実店舗での実証を推進。そこで得た知見を活用し、**姿勢変動に頑健、かつ高精度な、マルチカメラ連携動線抽出技術の早期開発、商用化に繋がった。**また、環境カメラ測位で用いた服特徴による追跡の知見を活かし、照明変動等に頑健な服色特徴を別途開発、これを用いたカメラ間追跡に基づく顔特徴取得と**顔照合によるカメラ間人物同定を組み合わせた人物追跡技術の開発につなげ、海外等で実証実験を実施。**また、携帯カメラ測位で得た知見に基づいて物体認識技術を改良し、画像認識サービス「GAZIRU®」としていち早く実用化した。無線LAN測位についても、本研究委託で得た電波計測に関する知見も反映させ、アクセスポイント側で無線端末の位置を把握する「スマホセンサー®」の開発につながった(NEC)。

## 5. 副次的な波及効果

<副次的な波及効果>

- 近年の技術動向として、多様なデータの公開や共有を行うOpenDataの流れは顕著であるが、当該プロジェクト成果の副次的な波及効果として、複数の研究開発実績(情報流通連携基盤システム外部仕様書、オープンデータガイド、データ公開・利活用に関するツール集等)を得ており、**Openプラットフォームの開発および国民への還元を進めた。**(YRP)
- 本実証実験、およびその後の実用化に向けた実証実験から得た監視カメラに関するプライバシー問題への知見は、NECが参画したIoT推進コンソーシアムにおいて、**カメラ画像利活用ガイドブック Ver.1.0へ反映**(総務省/経産省から平成29年1月31日に公表)、行動情報を利活用しやすくする環境づくり に繋がった(NEC)。

## 6. その他研究開発終了後に実施した事項等

<周知広報活動の実績>

- 研究開発終了後の平成24年度以降に、査読付き誌上発表論文3件(海外2件)、その他の誌上発表数3件、口頭発表40件(海外13件)の対外発表を行った。報道発表は15件(海外1件)実施した。
- 特許出願を24件(海外4件)実施し、特許取得6件(海外4件)を達成した。
- 国際標準提案を10件(海外5件)行い、国際標準獲得6件(海外3件)を達成した。

<その他の特記事項に係る履行状況>

- 基本計画書の、「6. その他 特記事項」に記載されていた内容のとおり、当該研究開発成果の個別の測位技術の測位精度誤差および測位方式の差異を吸収し測位結果として統合するため、「ユビキタス空間情報基盤技術の研究開発」に関する既往成果を活用し、「ユビキタス空間情報基盤技術を活用した高効率な情報管理技術」の技術開発を実施した。

## 7. 政策へのフィードバック

<国家プロジェクトとしての妥当性、プロジェクト設定の妥当性>

- 本研究の成果は、事業終了後にパブリックタグの設置基準の策定を目的として**国交省 国土地理院が実施した「屋内測位のための位置情報基盤の整備に関する調査・検討業務(H27)」において、技術動向調査や、それらの技術による位置認識の精度検証に適用された。**また、内閣府SIP事業でのインフラ管理のデータ仕様や通信仕様(API)に関する研究開発のベースになっている。いずれも、本プロジェクト成果の汎用性・公共性の高さを示すものであり、国主導で実施されたことの妥当性を示すものであると考える。(YRP)
- **プロジェクト終了後から5年が経過した現在においても、屋内公共空間を対象とした、精度2~3mレベルを実現する、専用のインフラを用いない測位技術や測位サービスは、未だ広く実用化されるまでには至っていない。**安価かつ高精度な測位サービスに対するニーズはますます高まっており、本プロジェクトの取り組みは先見性があったといえる。また、測位サービスの社会基盤的な側面を鑑みるに、一民間企業のみでの公共性の高い広範なサービスの実現は困難なため、国が主導して開発を加速させる意義は大きく、国家プロジェクトとして妥当だったと考える(NEC)。

<プロジェクトの企画立案、実施支援、成果展開への取り組み等に関する今後の政策へのフィードバック>

- この種の屋内測位サービス実現には、様々なステークホルダー間の調整が必須となり、想定した技術の組み合わせのみでは、**実用化に向けた有効なビジネスモデルが構築できなかった。**一方で、技術進展だけでなく、**カメラ利活用ガイドラインの策定など、情報流通を実現する上での課題を整理した上で促進する枠組みの策定に関しても成果も得られた。**今後は、測位サービスの公共性を鑑み、政府や自治体によるサービス基盤の整備や、補助金制度によるサービスの普及促進などが望まれる(NEC)。