

研究開発課題名
高精度位置認識技術の研究開発
(Research and Development of High Accuracy Location Identification Technology)

代表研究責任者 坂村 健 株式会社 横須賀テレコムリサーチパーク
研究開発期間 平成 22 年度～平成 23 年度

【Abstract】

The purpose of this R&D project is to realize a high accuracy and continuous positioning technology platform. We have used Quasi-Zenith Satellites System (QZSS) positioning technology and improved five types of positioning technology as follows:

- (1) Wi-Fi-based positioning
- (2) Surveillance camera-based positioning
- (3) Pedestrian Dead Reckoning (PDR) using mobile sensors
- (4) Portable camera-based position identification
- (5) Pedestrian Dead Reckoning (PDR) using environmental knowledge

We have developed integration technology and managing technology based on Ubiquitous Spatial Information Platform Technology for various positioning methods. The positioning accuracy and the continuity are evaluated through a series of experiments in the actual shopping mall (Kashiwanoha shopping mall, Chiba, Japan) which includes indoor and outdoor environment. Additionally, we conducted two application-based experiments to evaluate practicability. In these experiments, we proposed and tested two applications: “Pedestrian navigation system for visually impaired people” and “AR-based shopping guide”.

1 研究開発体制

- **代表研究責任者** 坂村 健 (株式会社 横須賀テレコムリサーチパーク)
- **研究分担者** 越塚 登 (株式会社 横須賀テレコムリサーチパーク)
澤田 千尋 (平成 22 年度)、望月 康則 (平成 23 年度) (日本電気株式会社)
- **研究開発期間** 平成 22 年度～平成 23 年度
- **研究開発予算** 総額 724 百万円
(内訳)

平成 22 年度	平成 23 年度
362 百万円	362 百万円

2 研究開発課題の目的および意義

(1) 目的

本研究開発の目的は、GPS や準天頂衛星だけではカバーできない多様なフィールドにおいて、連続的かつ高精度な測位を可能にする技術体系を確立することである。その際、これまでに実用化されている測位手法の課題、「不十分な精度」、「測位の非連続性」、さらに精度とエリアとのトレードオフにある「コスト」に関する課題を同時に解決することを目指す（図 1）。

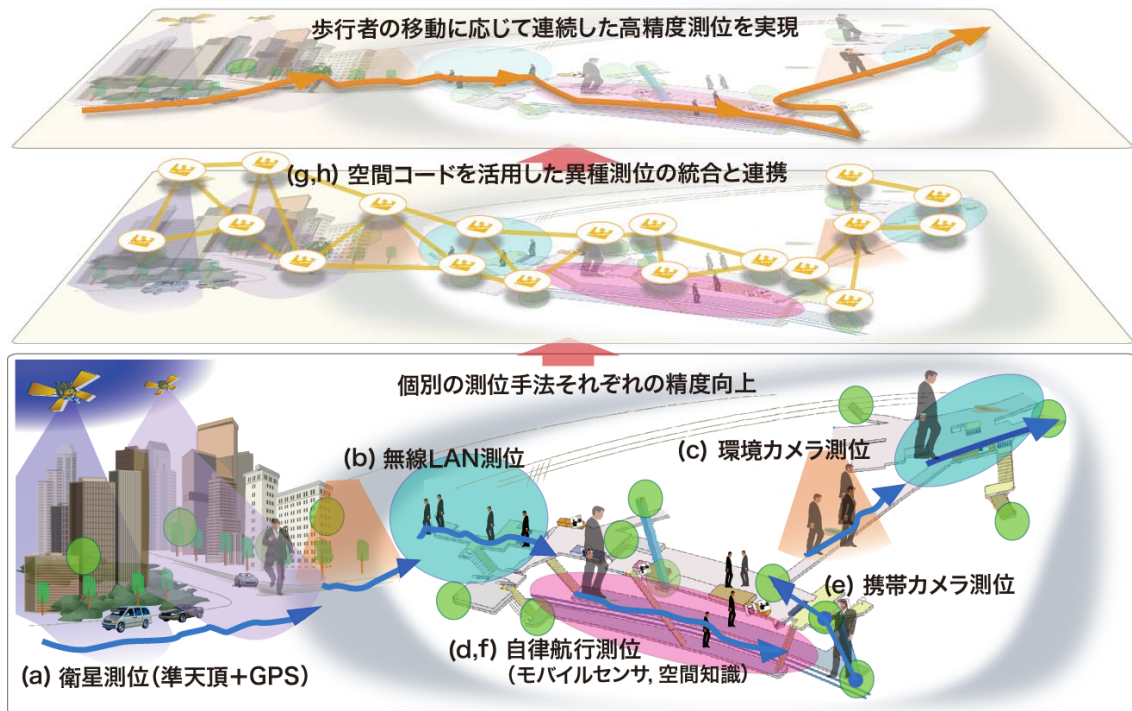


図 1 研究項目および研究要素の構成と位置付け

上記の目的を達成するために、以下の5つの個別の測位技術の高度化を実施し、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範囲）の拡大を目指す。

- * 参照用端末を活用した高信頼無線 LAN 測位 [研究開発項目 ア-1]
- * 環境カメラ映像測位 [研究開発項目 ア-2]
- * 携帯センサ自律航行型測位 [研究開発項目 イ-1]
- * 携帯カメラ映像測位（街並み認識） [研究開発項目 イ-2]
- * 知識活用に基づく自律航行型測位 [研究開発項目 イ-3]

また、準天頂衛星信号を活用した衛星型測位が可能なモジュールを用い、準天頂衛星型測位を行う。

- * 準天頂衛星受信モジュール [研究開発項目 エ-2]

さらに、上記5つの測位技術および準天頂衛星型測位結果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の以下の技術を実現する。

- * 異種測位情報統合・配信 [研究開発項目 ウ-1]
- * 空間コード活用による測位・空間情報の連携 [研究開発項目 ウ-2]

以上の技術を活用し、高精度の測位技術により資することのできる国民生活上の課題解決や支援に着目し

た実証実験を行うことで、本研究成果を実用的観点から評価する。その際、以下の2つの実証実験を行う。

- * 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 [研究開発項目 エ-1, エ-3]
- * AR型場所情報サービスの実証実験 [研究開発項目 エ-1, エ-4]

以上の達成技術および実験結果から、都市空間における3[m]（広域精度5~10[m]）以内の測位誤差の達成を目標とする。

(2) 意義

準天頂衛星で補完される衛星型測位に加え、環境に設置したセンサを用いた複数の位置認識手法および携帯端末に搭載されるセンサやカメラを用いた位置認識手法を統合し、高い精度で位置を認識する技術を実現する。それに加え、複数の位置認識手法による結果をユビキタス空間情報基盤と連携し、統合することによりトータルコストを抑えた連続的かつ高精度な測位技術を実現することができる。

また、得られた成果を活用し、視覚障がい者などを対象とした安全安心な歩行者誘導サービス及び、高齢者などを対象としても使いやすい拡張現実型場所情報サービスに関する実証実験を通じて研究成果の有効性を実験的に検証すると共に、研究成果の基本仕様を公開し、実用化及び普及を促進する。以上の結果により、具体的な応用例をおよび市場開拓を視野に、これまでの位置認識技術では実現されなかった屋内及び屋外を含むエリアを対象とした実用的な位置認識技術を実現する。

3 研究開発成果

3.1 技術開発およびシステム構築

(1) 参照用端末を活用した高信頼無線LAN測位 [項目A-1]

電波状況が時々刻々と変動する実環境においても、信頼性の高い安定した測位を可能とすると共に、無線LAN測位システムの簡単な設置・運用を可能とする。これにより、無線LAN端末の特性差によらず、位置情報を3~5m分解能の測位エリア単位で90%以上の正解率で安定して取得できる測位性能を長期間安定して達成（1ヶ月から数ヶ月程度の実環境での運用により確認）することを目標とする。

実環境に設置され、時々刻々と変動する環境内の無線LAN電波状況を計測するための安価・小型の「無線LAN電波環境センサ(=参照用端末)」,当該電波環境センサで計測された無線LAN電波状況に基づいて、ユーザが所持する無線LAN端末の存在位置を少ないキャリブレーションの手間で端末の特性差によらず高信頼に検知する「無線LAN測位方式」、および、測位システムの簡単な設置・運用を可能とするための「キャリブレーション手法」を開発した。

実環境(三井ショッピングパークららぽーと柏の葉(千葉県柏市、以下「ららぽーと柏の葉」):東西約150m、南北約100mの広さのフロア2階分に、無線LAN電波環境センサ5台及びアクセスポイント計100台程度を設置)において、開発した測位方式により、メーカーの異なるAndroidスマートフォン2機種(NECカシオモバイルコミュニケーションズ社製MEDIAS PP及びサムスン社製GALAXY S II LTE)を用いて、領域全体で約1ヶ月間に亘り実験を行った。その結果、平均誤差3.26m、誤差が5m以下となる場所の割合75%、大きな吹き抜けがあり無線LAN測位に不利な領域を除いた場合で平均誤差2.66m、誤差5m以下となる場所の割合92%の測位性能、特に天井がある通常の通路に限定すれば、誤差3m未満(3~5m分解能の測位エリア単位で測位できる場所の割合90%以上の測位性能)を確認した(スマートフォンの機種によって異なる

無線 LAN 感度特性を予備測定結果に基づいて補正することで、端末間の特性差を吸収)。ここで、開発した無線 LAN 電波環境センサを用いることにより、電波環境センサを用いない場合と比較して平均誤差を 3.45m から 3.26m に改善できた。また、開発したキャリブレーション手法により、計測地点数を約 4 割削減することによる性能劣化を、0.5m から 0.2m に改善できた。他方、既設アクセスポイント 80 台の約 20%に相当する 17 台のアクセスポイントを追加設置することにより、平均誤差を半減させると共に、領域全体で測位可能な環境を構築できた。

(2) 環境カメラ映像測位 [項目A-2]

既設の環境カメラによって撮影した映像に対し、顔、及び、頭部検出による人物領域切り出しと、顔、及び、服飾による人物同定を行い、さらに、人物ごとの身長情報を併用することにより、足元が見えない場合であっても高精度に位置推定可能な手法を提案する。人物検出、及び、人物特徴抽出は、カメラに併設する安価な小型画像処理ユニット上で行い、人物の顔や服飾の特徴は数値化した特徴量のみをカメラ外に出力する。これにより、プライバシーに配慮しつつ、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目標とする。

隠れの生じにくい頭部・顔の検出結果と個々の身長情報との統合による足元位置推定結果から人物位置をエリアサーバで推定する方式を開発した。服飾の色及び模様の特徴量を組合せる方式、顔による人物同定方式、及び人物の見えの類似性による追跡方式を実装し、人物同一性判定技術の高精度化及び軽量化を行った。プライバシーに配慮するために、頭部検出・服飾情報抽出の中間的な特徴量抽出をカメラに併設する安価な小型画像処理ユニット(CPU : EMMA Mobile1-D(500MHz) RAM : DDRSDRAM 64M バイト)で行い、頭部検出処理・服飾情報抽出をエリアサーバで行う分割方式を開発した。各アルゴリズムの速度と精度のバランスをとりつつ高速化し、人物領域抽出・顔検出及び顔特徴量抽出と、頭部検出・服飾情報抽出の中間的な特徴量抽出を小型画像処理ユニットに実装し、平均 484msec で 2fps の動作を確認した。

また、ららぽーと柏の葉で、既設のデジタルの環境カメラと同等に設置したカメラ (VGA 解像度) 中の奥行き 30m 程度までの人物の位置を、登録されている測位対象人物 7 名について推定する実証実験を行った。その結果、95%の正解率かつ誤差 5m 以下でユーザの測位ができることを確認した (表 1)。当該小型画像処理ユニット及びエリアサーバを用いた人物位置推定が、実験中 (8:00~18:00)、10 時間安定動作することを確認した。

このことから、プライバシーに配慮しつつ、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という目標を達成した。

表 1 人物位置推定の精度評価結果

シーン	平均位置 推定誤差	位置推定 奥行き距離	<u>位置推定誤差 5m 以内正解率</u>
(a)カメラ A、1 人歩行x7 人	0.7m	6.5m~26m	99%
(b)カメラ A、7 人歩行	1.7m	6.7m~24m	86%
(c)カメラ B、1 人歩行x7 人	1.0m	9.2m~30m	100%
(d)カメラ B、7 人歩行	1.9m	8.9m~38m	96%
シーン平均	1.3m	7.8m~29m	<u>95%</u>

(3) 携帯センサ自律航行型測位 [項目イ-1]

以下の項目の達成を目標とする。

I) 自律航行センサ信頼度データに基づいたキャリブレーションインフラの設置指針の策定。

II) センサ型自律航行型測位を広域精度(評価を行う対象エリア全域での精度)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

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 で実現する。

i) 複数の携帯型センサ及び測位手法を統合する高精度測位アルゴリズムの設計・実装。

ii) 自律航行センサ信頼度情報の管理技術の確立。

自律航行センサ信頼度を見積もるため、階段やエスカレータ等の環境において、携帯センサ型自律航行の測位精度における誤差の増加率を事前調査の結果から得た。この結果に基づいた測位精度分布に基づき、自律航行型測位を実現するためのキャリブレーションインフラの必要数を低減させ、目標とする測位精度に応じて、最適な配置設計が可能であることを示した。

また、携帯型センサによる測位では、加速度センサ、地磁気センサ、ジャイロセンサ、気圧センサの値を統合し、水平方向および高度方向の位置認識を行う測位アルゴリズムの設計および実装を完了し、実証実験および統合精度評価実験で動作させた。測位で活用する自律航行に関する信頼度情報の仕様を設計し、「ウ. 空間コード活用による測位・空間情報の連携に関する研究開発」で構築した空間情報管理システムと連携することで、信頼度情報の登録・編集・測位利用を可能とした。

統合精度評価実験の結果から、センサ型自律航行型測位において測位精度 3m 以内の時間割合を約 66%で実現し、測位精度 5m 以内の時間割合を約 85%、広域精度 10m の精度の割合を約 93%で実現した(表 2)。これにより、9 割以上の時間割合で精度 5~10m 以内に収まっている事になり、目標を達成した。

また、自律航行型測位に見られる累積誤差を評価するために、位置認識誤差の増加率(測位誤差増加率)による評価も行った。測位誤差増加率は次式により算出した。

$$\text{測位誤差増加率}[\%] = \frac{\text{増加した誤差}[\text{m}]}{\text{実際に移動した航行距離}[\text{m}]} \quad (3.1)$$

その結果、航行距離に応じた測位誤差増加率平均値を 3.1%で実現し、目標とした「30m 航行時の誤差精度 3m (誤差増加率 10%)」を達成した。

表 2 測位精度条件を満たす時間率(測位達成率)の評価結果(被験者平均)

条件	条件を満たす時間率 [%]
測位精度 3[m]以内	66.18
測位精度 5[m]以内	85.20
測位精度 10[m]以内	93.03

(4) 携帯カメラ映像測位(街並み識別) [項目イ-2]

携帯端末に搭載されているカメラで利用者の周辺情報である街並みを動画で撮影し、街並み画像データベースと照合することで、利用者の位置及び向きを特定する携帯カメラ映像測位技術を開発し、位置の誤差 5m

以下、向きの誤差 5 度以下を達成する。また、不要物体の自動消去技術を開発することで、誰でも手軽に街並み画像を登録できる環境を構築する。

カメラ映像からリアルタイムに特徴点を抽出・追跡し、動物体の影響を除去しながら新規の画像特徴のみを画像照合サーバに送出する手法を開発し、市販のスマートフォン（3.1（1）と同じもの）上に実装した。これによって、パノラマ撮影された周囲の広範囲な映像を街並み画像データベースと照合できるようになった。また、画像照合サーバでは、特徴点毎の投票による照合画像の高速な絞り込みの後、5つの信頼度指標の積である照合信頼度によって詳細な照合結果を決定した。この信頼度指標は、被写体までの距離が離れているほど高い値となる指標等、本研究開発で定義したものである。さらに、照合結果の幾何学的な位置関係（左右のずれとスケールの違い）を算出することで、方位・位置を高精度に補正する手法を開発した。

撮影した街並み画像を地図上で位置・方位を指定しながらデータベースに登録するツールを作成するとともに、画像中の照合に不要な人物などを高速で、画質を損ねずに消去する手法を開発した。

さらに、ららぽーと柏の葉で、30地点についてランダムな方向に9枚ずつの画像を街並みDBに登録して、開発した技術を用いた実証実験を行った。実証実験では、測位成功率（30地点中、信頼度が0.5を超えた地点の比率）は90%であり、位置測位の誤差は2.6m、方位角の誤差は3.6度という結果が得られた（図2）。このことから、位置の誤差5m以下、方位角の誤差5度以下という目標を達成した。また、測位結果を利用したAR応用のために、動き補償による認識・追跡の並列実行と段階的照合を行う高速なマーカーレスAR方式を開発し、前出の市販のスマートフォンで16.6fpsの実時間処理を達成した。

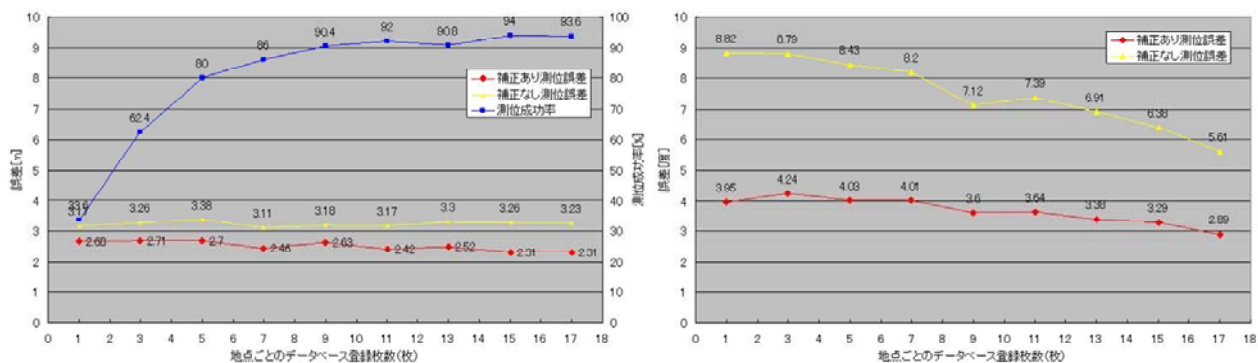


図 2 位置・方位角測位の誤差と測位成功率

(5) 知識活用に基づく自律航行型測位 [項目イ-3]

以下の項目の達成を目標とする。

- I) 歩行者コンテキストに基づく知識活用型測位測位手法の開発・実装
- II) マップマッチングに基づく知識活用型測位手法の開発・実装
- III) I、II及び研究開発項目イ-1の成果による測位精度の達成
(100m 航行時の測位精度 5~10m 以内を目標とする)

歩行者コンテキストに基づく知識活用型測位手法として、「階段」、「エスカレータ」、「平地歩行」、「エレベータ」のコンテキスト認識結果及び、「ウ. 空間コード活用による測位・空間情報の連携に関する研究開発」で構築した空間情報管理システムにより事前に登録したマップデータを組み合わせることで、位置認識の誤差を改善するアルゴリズムを設計・実装し、実証実験及び統合精度評価実験で活用した。また、環境の構造を記述したマップ情報を用いて、ネットワーク型のマップマッチングとポリゴン型のマップマッチングをハイブリッドに使い、キャリブレーションインフラによる補正を組み合わせながら、進行方向の補正と位置の

補正を行うアルゴリズムを新規に提案・設計・実装し、実証実験及び統合精度評価実験で活用した。

以上の手法を完成させ、統合精度評価実験を行った。その結果、統合精度評価実験を行った経路中、測位精度 10m 以内で測位可能な割合が 100%、測位精度 5m 以内で測位可能な割合が 99%、測位精度 3m で測位可能な割合が 96%といった結果を得た。

また、自律航行型測位に見られる累積誤差を評価するために、位置認識誤差の増加率(測位誤差増加率)による評価も行った。測位誤差増加率は次式により算出した。

$$\text{測位誤差増加率}[\%] = \frac{\text{増加した誤差}[\text{m}]}{\text{実際に移動した航行距離}[\text{m}]} \quad (3.2)$$

その結果、航行距離に応じた測位誤差増加率の平均値は、2.5%を達成し、目標とした 100m 航行時の測位精度 5~10m を満たす結果を得た。

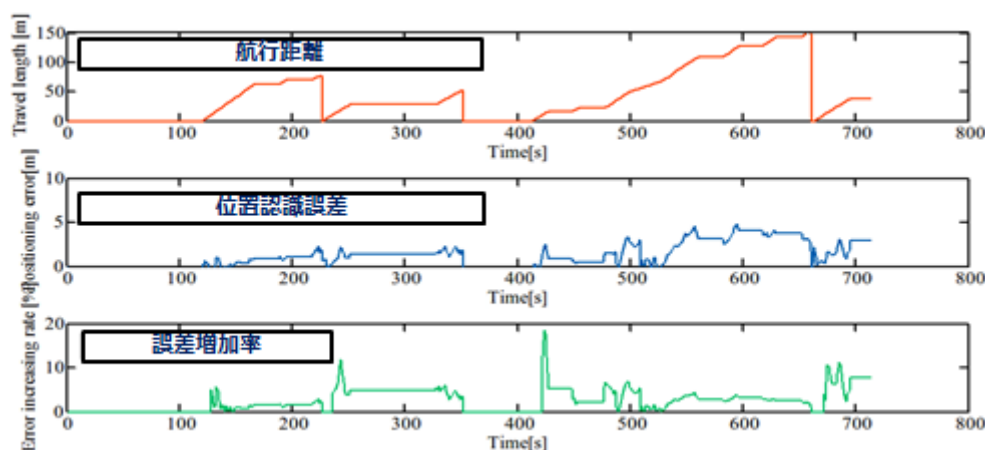


図 3 航行距離及び測位誤差増加率の結果例

(誤差増加率は、航行距離が極端に短い場合に、測位誤差増加率が高くなる場合がある)

(6) 異種測位情報統合・配信【項目ウ-1】

異種センサシステムから個別に収集された測位情報を統合し、時間的かつ空間的に連続な測位情報を取得可能とする。また、統合した測位情報を、各種アプリケーションへ適切な手段で提供すると共に、各センサシステムに対して補正情報としてフィードバックする基盤を提供する。これにより、複数の異種の測位結果(衛星測位、無線 LAN 測位、環境・携帯カメラ映像測位及び携帯センサ自律航法)を統合し、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することを目標とする。

複数の異種測位情報を、各測位情報の誤差特性及び地図情報に基づいてパーティクルフィルタを用いて統合する「異種測位情報統合方式」を開発した。またサーバに測位情報を収集・統合し、サーバから統合結果を各種アプリケーションやセンサシステムへ提供するための入出力インタフェース(異種測位情報統合・配信アーキテクチャ)を開発し、そのアーキテクチャに基づく「WEB サービス API」を開発した。

開発した WEB サービス API を適用した実証実験システムにより、実環境において約 1 ヶ月にわたる実証実験を行い、WEB サービス API の安定動作を確認した。また、実環境(ららぽーと柏の葉 2 階、3 階及び中庭の屋内外連続した歩行コース)において、複数の異種の測位結果(GPS・準天頂衛星測位、無線 LAN

測位、環境・携帯カメラ映像測位及び携帯センサ自律航行)を統合し、測位誤差が3m以下となる時間率が96.6%の性能を実証して(表4)、屋内外を問わず時間的に連続な位置情報が取得できることを確認した。

表3 測位センサを統合した場合の測位性能

	自律航行単独	自律航行＋無線LAN	自律航行＋無線LAN＋衛星測位	全て (自律航行＋無線LAN＋衛星測位＋環境カメラ＋携帯カメラ)
平均誤差	2.03m	1.95m	1.89m	1.82m
フロア正解率	99.3%	99.7%	99.6%	99.7%
誤差5m以下時間率	100%	100%	100%	100%
誤差3m以下時間率	82.8%	91.4%	93.1%	96.6%

(7) 空間コード活用による測位・空間情報の連携 [項目ウ-2]

以下の項目の達成を目標とする。

I) 空間情報管理システムの構築

- 測位に必要な情報及び利用者に提供するコンテンツ等の情報に、ユビキタス空間情報基盤技術が規定する仕様に準拠した方式で空間コード(ucode¹)を自動的に割り当てて、空間情報の登録・管理を実施可能なシステムを開発する。

II) 測位に必要な情報の管理と配信

- 測位に必要な情報及び利用者に提供するコンテンツ等の情報について登録と管理を行い、実証実験に活用する。
- 測位に必要な情報及び利用者に提供するコンテンツ等の情報を公共通信網から参照するためのネットワークインタフェースの設計・実装とデータベースサーバの構築を行う。

空間情報管理システムの設計及び実装を行い、上記の目標であった、空間コードの自動割り当て及び、空間情報の登録・管理機能を設計・実装した。空間情報には、イ-1で用いる自律航行センサ信頼度情報の登録と管理を地理情報及び空間コードを用いて可能とした。また、イ-3で用いるマップデータの登録・管理も実現した。

また、上記の測位に必要な情報をネットワーク経由で取得することが可能なインタフェース及びデータベースサーバの設計・構築を完了させた。

構築した空間情報管理システムは、実証実験及び統合精度評価実験で活用し、目標を達成した。

¹ ユビキタスIDセンターが規定する128ビット長の汎用識別子。ユビキタス空間情報基盤では、空間コードにucodeを用いており、本研究開発プロジェクトでもucodeを介した測位に必要な空間情報や利用者に提示するコンテンツ等の取り扱いを行う。

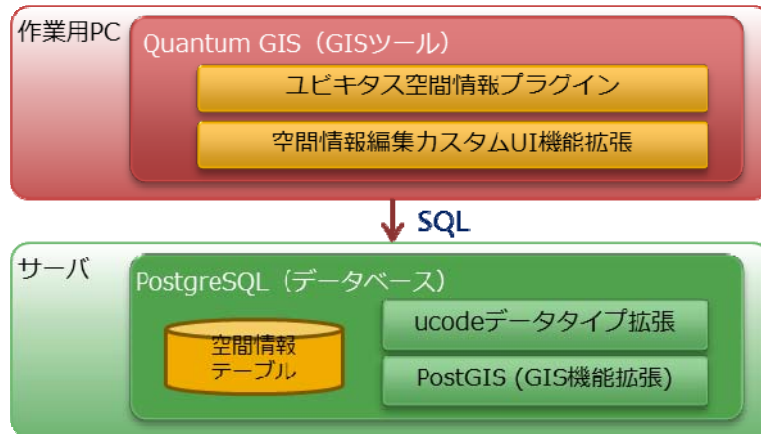


図 4 空間コード活用のための測位・空間情報登録・管理システム

(8) 準天頂衛星受信モジュール [項目E-1]

本研究開発の複数の研究開発項目の成果を用いて、シームレスな測位サービスとして総合的に実証実験するために必要な、準天頂衛星信号と屋内測位情報との連携によるシームレスな測位を可能とする、携行可能な準天頂衛星受信モジュールを製作する。この際、実証実験に必要な性能として、捕捉時間 15 秒以内という、現行の GPS 受信機よりも短時間の応答性の実現と、測位精度 5m以下 (95%)となることの実環境における実証を目標とする。

準天頂衛星信号を受信し、GPS 衛星からの測位信号と合わせて測位ができる、煙草の箱の大きさぐらいの携行可能な受信モジュール (図 5) を製作した。製作した受信モジュールは、測位結果を実証実験用のスマートフォンに Bluetooth により送信する。このインタフェースを確認後、実証実験を実施した。実証実験では、移動に伴う測位精度の劣化等の課題が明らかになったが、改良を加えて再実験を行い、全移動距離のうち 95.5%で測位精度が 5m 以内となる精度を確認した。

一方、シームレスな測位で重要となる衛星の捕捉時間 (ウォームスタート時)は測定の結果、12.4 秒 (平均)/最大 15 秒であり、目標性能を達成した。また、測位を GPS 単独で測位する場合よりも、準天頂衛星 (QZS) を組み入れた GPS+QZS 組み合わせ測位のほうがより精度が良いことが確認できた。さらに、主たる誤差要因である電離層遅延誤差を、準天頂衛星から受信した L1-SAIF 信号を用いることで補正し、精度が向上することを確認した。

以上から、実証実験に必要な性能を満たす受信モジュールを製作し、本研究開発の複数の研究開発項目の成果を用いた実証実験 (研究開発項目E-4 及び総合精度評価実験) を実施するという目標を達成した。



図 5 受信モジュール外観写真

(9) 実証実験用システムの開発 [項目E-2]

a. 利用者端末の開発

○ 実証実験用の利用者端末を開発する。また、測位手法の実装及び研究開発項目E-3, 4 で開発するアプリケーションの動作に必要な利用者端末用のデバイスドライバ等の開発を行う。実証実験で利用するために必要な機能の評価も実施する。

b. 実証実験システム・アプリケーションの開発

○ 実証実験を実施する際に必要な「ナビゲーションエンジン」に関するアプリケーションの開発を行う。ナビゲーションエンジンでは、歩行者誘導の経路計算や音声ナビゲーションを行う地点の計算等の機能を実現する。

○ 実証実験用のシステムを開発する。

実証実験を実施する際に必要な「データ処理モジュール」及び「ユーザインタフェース」の開発を行う。データ処理モジュールでは、取得したカメラ画像と空間情報コンテンツを重ねて表示する機能及び音声ナビゲーションを行う音声インタフェース機能を実現する。

利用者端末の開発については、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し、実証実験及び統合精度評価実験で活用した（構築した実証実験システムのハードウェア構成は下図の通り）。



図 6 実証実験システム構成

また、システムのソフトウェア構成は下図の通り。

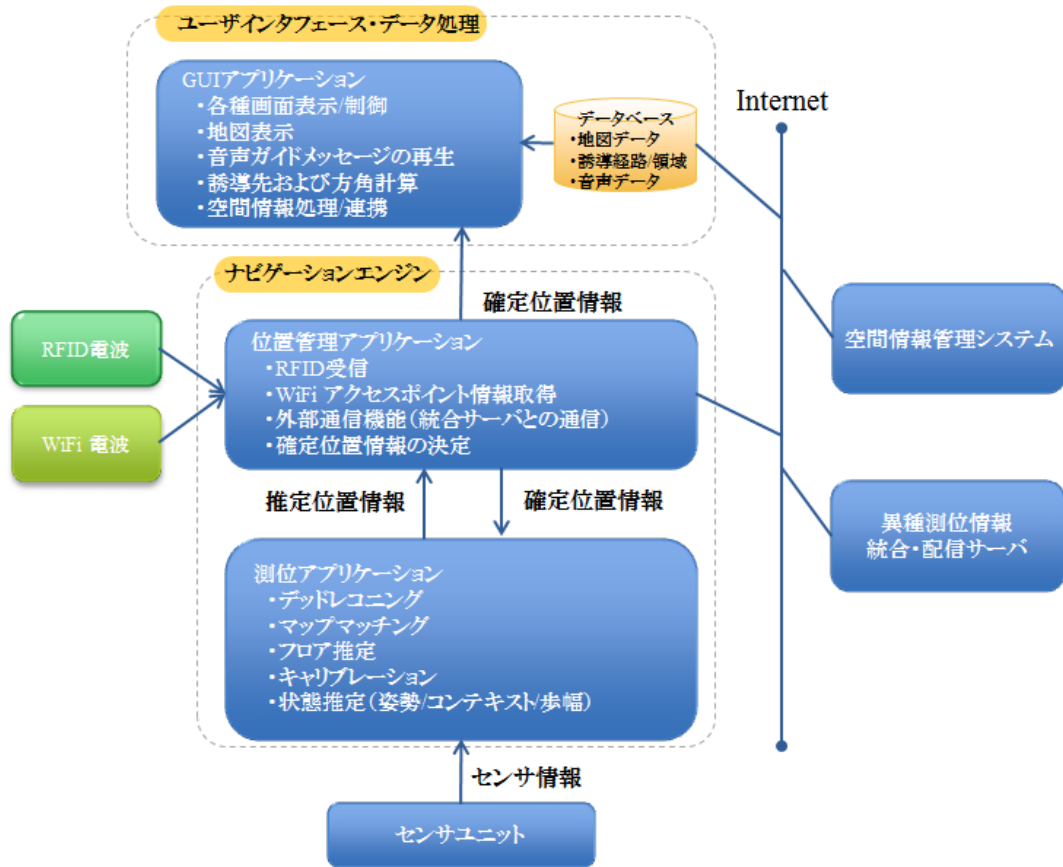


図 7 実証実験システムアプリケーションの構造

c. 携帯電話端末を用いた実証実験用システムの開発

実証実験において利用可能な携帯電話端末上で動作可能な実証実験用システムを開発、実証実験を通じて実用性を実証する。

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した。

まず、Android上で稼動する既存サービス(GoogleMap、測位情報を活用したWebサービスや専用アプリケーションなど)に、本事業で開発した高精度位置認識技術により生成した測位情報を提供するためのシステムアーキテクチャ及びモジュール構成を検討した。具体的には、図8に示すように、Androidが持つGPS測位機能とNetwork測位機能に高精度位置認識測位機能を追加し、本事業で開発した測位技術群と接続するための測位APIを構築した。

次に、実証実験に向け、各測位方式によって得られた測位結果を異種測位情報統合によって統合し、スマートフォン上で利用可能なシステムを構築した(図9)。そして、店舗情報や宝などのオブジェクトをARによって情報提示ができるアプリケーションをスマートフォン上に構築した。さらに、実証実験を通じて一般利用者に構築したARアプリケーションを体験してもらい、記載してもらったアンケートを分析して実用性を検証、高精度位置認識の有効性を確認した。

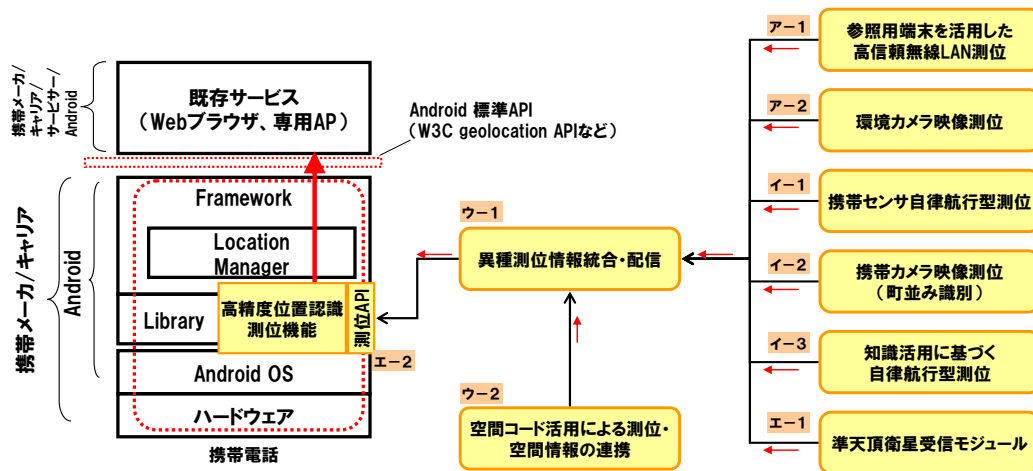


図 8 高精度位置認識機能の Android プラットフォームへの取り込み

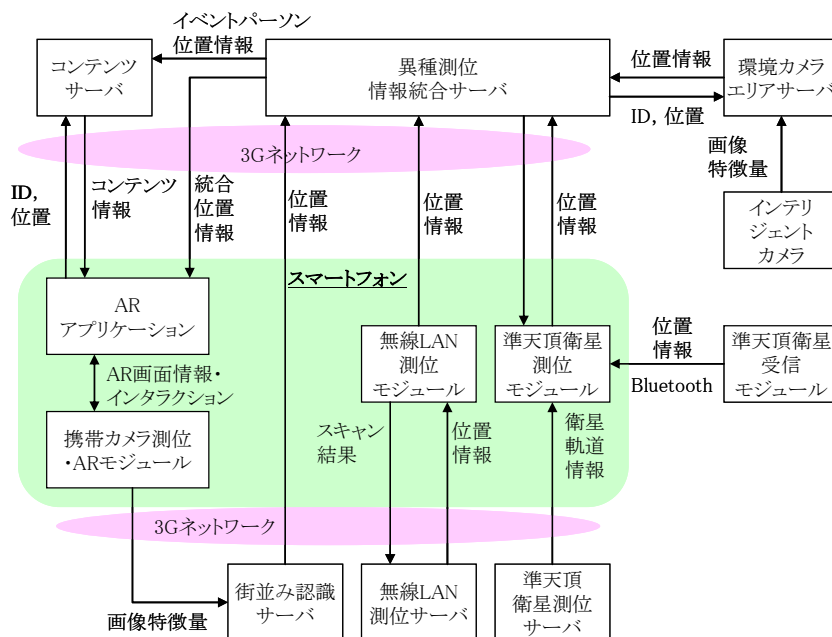


図 9 スマートフォンを用いた実証実験用システムの構成

3. 2 実証実験および精度評価実験

(1) 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 [項目エ-3]

本研究開発項目の実証実験を通じて、複数の測位手法を統合した高精度測位結果を利用できる「研究開発項目ウ-1 異種測位情報統合・配信」の出力結果の利用についての検証を行う。さらに、実証実験に用いた測位技術による測位精度が実証実験のアプリケーションにとって実用的か、またアプリケーションのどのような側面で有用かといった評価を行う。

それに加え、「研究開発項目ウ-2 空間コード活用による測位・空間情報の連携」と「研究開発項目エ-2 実証実験システムの開発」で構築したシステム動作についての検証を行う。当該システムについて、測位に利用する地図・障害物などの環境情報や利用者に提示する地理情報を含むコンテンツ情報をウ-2 で開発する空間情報管理システムでユビキタス空間情報基盤技術に準拠した方式で空間コードを付与して登録・編集を行うこ

とで、測位からサービス提供までに必要な空間情報の統合的な取り扱いの実現について検証する。この統合的な取り扱いによって、提示する空間情報（例えば、進行方向や通行障害情報など）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。

上記の目標事項に対して、以下の成果によって目標を達成した。

- 開発した測位方式を用いて実証実験を行った

本年度開発を行った「研究開発項目ア-1 高信頼無線 LAN 測位」、「研究開発項目ア-2 環境カメラ映像測位」、「研究開発項目イ-1 携帯センサ自律航行型測位」、「研究開発項目イ-3 知識活用に基づく自律航行型測位」を用い、「研究開発項目ウ-1 異種測位情報統合・配信」と連携することで位置認識結果を得て、実証実験を執り行った。また、位置認識に必要なデータに関し、「研究開発項目ウ-3 空間コード活用による測位・空間情報の連携」の成果である空間情報管理システムを活用し、効率のよいデータ構築及び測位処理を実現した。

被験者は、「ユビキタスコミュニケーター（公衆通信網を利用可能な携帯型端末）」を持ち、「センサユニット」を腰に装着した状態で実験を行った。また、音声案内を聞くために、環境音が聞こえなくなるイヤホンとして、「骨伝導イヤホン」を装着して頂いた。



図 10 実証実験の様子

- 成果として得られた測位精度の実用性についてアンケート及びヒアリングにより検証した

成果として得られた測位精度は、曲がり角などナビゲーションに主要な箇所にて 3m の精度で実現した。精度については、体験者から、システムの案内と現場の感覚とを比較した上で意見を収集し、必要精度を達成できていたことを実験的に評価した。また、屋内における歩行者のナビゲーションを行うために必要な位置認識精度及び進行方角認識精度を検証した結果、位置認識については、3～5m 精度、方角については 10 度以内の精度が必要であるという結論に至った。さらに、視覚障がい者を対象としたナビゲーションを安全に行うためには、狭い通路に入る前の分岐地点等での認識の際は、白杖で把握しながら進んでもらうことを想定しても、1～2m 精度での位置認識を行うことが求められる。従って、「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」としてのアプリケーションによって、3～5m 精度の位置認識技術と 1～2m 精度での位置キャリブレーションの組み合わせによる測位の有用性を検証することができた。特に、「通路幅が 3m 程度の通路に誘導する際の曲がり角案内」や、「ゆるやかなカーブを曲がってもらうよう案内するための位置・方角認識」及び「音声案内を出すための到着の認識」では、上記要求測位精度の検証ができたと考えられる。



図 11 体験者の現在地が音声案内エリアに入ると音声案内を再生する
(曲がり角地点での例)



図 12 歩きながらの進行方向誘導の例
(カーブした通路における誘導例)

● 空間情報管理システムの活用

本年度開発した空間情報管理システムでは、実証実験及び位置認識技術の内部処理、に必要となる地図データの登録・編集などの管理を行う機能を実装している。この機能を最大限活用することで、本実証実験や、統合精度評価実験におけるデータ製作/分析、位置認識のための地物データの編集など、様々な局面で空間コードを活用したデータ登録と編集を実現した。

(2) AR型場所情報サービスの実証実験 [項目E-4]

本研究開発項目の実証実験を通じて、複数の測位手法を統合した高精度測位結果を利用できる「研究開発項目ウ-1 異種測位情報統合・配信」の出力結果の利用についての検証を行う。

また、実証実験に用いた測位技術による測位精度が実証実験のアプリケーションにとって実用的か、アプリケーションのこういった側面で有用かといった評価も行う。

それに加え、「研究開発項目ウ-2 空間コード活用による測位・空間情報の連携」と「研究開発項目エ-2 実証実験システムの開発」で構築したシステムの動作検証も行う。

さらに、このシステムについて、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。

上記の目標事項に対して、以下の成果によって目標を達成することができた。

- 開発した測位方式を用いて実証実験を行った

実証実験に用いた測位方式は、「研究開発項目7-1 参照用端末を活用した高信頼無線 LAN 測位」、「研究開発項目7-2 環境カメラ映像測位」、「研究開発項目イ-2 携帯カメラ映像測位（街並み認識）」、「研究開発項目エ-1 準天頂衛星型測位」及び「研究開発項目ウ-1 異種測位情報統合・配信」であった。また、これらの位置認識に必要なデータ登録・編集については、空間コード活用による測位・空間情報の連携を活用した。また、エにおいて、実証実験用のアプリケーションを専用に開発し、実証実験で用いた。

- AR ショッピングガイド及び AR 宝探し及び人探しによる実証を行った

AR 型場所情報サービスのアプリケーションとして、AR ショッピングガイド及び AR 宝探しを提案し、アプリケーション設計・実装を行った。本研究開発の成果である位置認識では、先行事例（平成 22 年度「ユビキタス・プラットフォーム技術の研究開発」における実証等）と比較して、安価かつ柔軟な位置情報認識が可能である点が利点である。つまり、ある地点を決めて情報を登録しておくといった使い方よりもむしろ、対応するサービスエリア内であればどこでも位置認識が可能であるといった点が利点として挙げられる。また、屋内を対象エリアとして含むほか、屋外（今回は中庭を用いた）を対象として準天頂衛星による測位を実現する点などから様々な領域をシームレスにカバーするといった点が実証のポイントであった。こうした特徴を最大限活用したアプリケーションとして、宝探し及び人探しアプリケーションを提案した。宝は、例えば店舗の前などといった地点ではなく、壁の一部であったり、ひとつの風景であったりといった地点に登録し、体験者に探してもらおうといった方式をとっていた。従って、今回の測位システムによるカバレッジと柔軟性が活用されたアプリケーションによって、実証を行うことができた。また、人を探すといったアプリケーションでは、地図上で他の人（実証では運営スタッフ）の位置を確認しながら探し出すといった方式をとっていた。従って、様々な環境をシームレスに測位できるようにするといった特徴を活用した実証を行うことができた。

これらの実証実験についてアンケート評価を行った結果から、位置認識を活用した機能に基づいて、お宝及び人を高確率かつ短時間で探し出すことが出来ており、本施策の成果を充分に実証できたと考えられる。



図 13 アプリケーション機能の一覧と使い方 (実験体験者に配布したパンフレットから抜粋)

(3) 統合精度評価実験

本研究開発の各研究開発項目で得られた位置認識技術の精度及び測位連続性に関し、定量的な評価を行うことを目標とする。

本研究開発の各研究開発項目における測位技術成果を評価するため、精度評価実験を実施した。実験は、研究開発項目E-3及び研究開発項目E-4と同じく、ららぽーと柏の葉で行った。測位精度の評価として、機器等を装着して歩き、実際に歩行した経路（以降、リファレンス経路と呼ぶ）と、測位結果とを比較した。リファレンス経路は、現地の床面にマーキングし、被験者にはその上を歩いてもらった。また、経路の緯度経度値は、建築図面から取得した。実験風景および歩行中の足元の映像を撮影しておき、データ取得後に動画を解析することで通行位置・時刻を誤差1秒以内で取得した。

実施期間は、2012年2月22日～2012年2月24日の3日間にて行った。なお、実験対象場所が商用施設であることから、実験の実施は、開店前の早朝時のみに限定された。被験者数は、合計11名、21データで、データはそれぞれ約15分間の歩行及び20秒～1分間の停止を複数回含むデータであった。

● 実験環境

- 場所：「ららぽーと柏の葉」ショッピングモール 2F, 3F 共用通路部分
(住所：千葉県柏市若柴 175, URL：<http://kashiwa.lalaport.jp/>)
- 測位対象とするフィールドの概要：東西約150m、南北約140mの矩形に含まれるフロア2つ分の領域（合計面積：20000 m²）を対象とする。

● 実験データ

- 被験者数：11名
- データ数：21データ
- 1データの長さ：15分間～30分間（停止の回数、長さによって異なる）
- 1データの経路長：約180m



図 14 実験用の機器を装着した様子
ネックストラップ装着：ユビキタスコミュニケーター
右手：携帯電話端末
左手：準天頂衛星レシーバ
腰装着センサユニット)



図 15 実験風景：リファレンス経路表示の様子

実験により、下表に示すデータを取得した。取得したデータを元に、各位置認識技術の精度評価を行った。精度の評価結果は、各技術の成果にて述べた通りである。

表 4 実験で取得したログデータ

デバイス/サーバ等	取得されるログデータ
ユビキタスコミュニケーター	・アクティブタグ信号等、センサログ、時刻
センサユニット	・センサログ、時刻
準天頂レシーバ	・準天頂衛星メッセージ、GPS メッセージ
測位・統合配信サーバ	・位置座標、誤差、時刻
時刻計測ツール	・通過地点の緯度、経度、高度、地点通過時の時刻
ビデオカメラ	・動画（場所、歩行者の行動、時刻等の参照のため）

3. 3 プロジェクト全体の目標達成成果

プロジェクト全体の目標として、「測位精度」、「連続的な測位」、「コスト」を挙げていた。「連続的な測位」に関しては、3. 1、特に、研究開発項目ウ-1 異種測位情報統合・配信にて評価を行った。本節では、「測位精度」及び「コスト」に関する目標に対する達成成果について整理する。

(1) 精度

測位精度に関して、基本計画書の到達目標に対し、プロジェクト成果による達成状況は以下の通りである。

ア)、イ) 及びウ) の技術を組み合わせて、準天頂衛星で補完される衛星測位信号が直接受信できない場所を含め、約 3 m の精度の位置認識を実現する技術を確立する。ただし、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においては、約 5 m ～ 10 m の精度の位置認識を実現するものとする。

研究開発項目ア及びイの技術²による測位結果を「研究開発項目ウ-1 異種測位情報統合・配信」及び「研究開発項目ウ-2 空間コード活用による測位・空間情報の連携」を活用し統合することで、測位精度評価を行った衛星測位信号が直接受信できない屋内エリアを含む経路にて、96.6%の時間率で 3m 以内の測位精度を達成した。また、測位精度評価を行った経路ではエスカレーターや階段等を含む環境であるが、この経路全域となる 100%の時間率で 5m 以内の測位精度を達成した。

(2) コスト

測位の実現に必要なコストに関して受託時の公募提案書に掲げた到達目標に対し、プロジェクト成果による達成状況は以下の通りである。

無線 LAN 等の既存の測位用インフラを利用して高精度な測位を実現するための要素技術を研究開発する。また、自律航行、携帯カメラ測位などインフラ不要な測位手法を多数統合する。測位体系の標準化を目指すことで他の様々な測位手法を取り込み、コストパフォーマンスを向上させる。

² 「研究開発項目ア-1 参照用端末を活用した高信頼無線 LAN 測位」、「研究開発項目ア-2 環境カメラ映像測位」、「研究開発項目イ-1 携帯センサ自律航行型測位」、「研究開発項目イ-2 携帯カメラ映像測位（街並み認識）」及び「研究開発項目イ-3 知識活用に基づく自律航行型測位」。

無線 LAN 及び環境カメラ映像測位では、既存の測位インフラ（公共無線 LAN や既設のカメラ）を活用することを想定した測位技術開発を行い、実証実験では、既設の無線 LAN アクセスポイントを活用することにより必要コストを抑えながら、目標測位精度を達成した。また、異種測位情報統合・配信アーキテクチャを実証実験システムへ適用するために、利用する各種測位センサの特性に合わせて WEB サービス API を再設計し試作し、実証実験システムへ適用した。これにより、異種多様な測位手法による測位結果を効率よく取り込み、必要なコストに対する測位カバレッジを向上させた。

自律航行型測位を併用しながら環境センサ型測位とでエリア分担し、高精度が要求される地点や、自律航行の精度が低下してしまうノイズエリア等に効果的に測位用のインフラ設置を実施し、コストと精度の面で最適なインフラ設置を実現する。

自律航行型測位では、環境条件に応じて、航行距離に対する測位誤差増加率を事前評価し整理した。その結果に基づき、RFID タグによる測位精度の補正地点を効果的に配置することで、目標とする測位精度に応じて、必要な測位インフラを最適配置し、必要コストを大幅に低減可能であることを示した。以上の結果は、本研究開発にて提案した全ての測位方式を統合した「統合精度評価実験」を行い、屋内外を含む実環境（ららぽーと柏の葉）にて測位手法を併用しながら測位結果を得られることを実証した。

以上で整理した成果の定量的評価結果は、ららぽーと柏の葉を借りて行った統合精度評価試験の結果に基づいている（準天頂衛星の精度評価については、一部他の環境における評価結果も記載した）。今回の精度評価用のフィールドとして選定したららぽーと柏の葉は、個別技術が有する技術的な課題を元に選定している。ららぽーと柏の葉は、これらの各技術課題に対し、以下の特徴を有するフィールドであると考えられる。

- a 提案技術の得失を検証できること
- b 提案技術を使い分けながら屋内外を含むシームレスな測位ができるかどうか検証可能なこと
- c 研究所内でのテストではなく一般の環境で行う

今回の事業における統合精度評価結果は、各技術が持つ課題を検証することができるモデルとなる環境を用いたケーススタディ評価と言える。モデルケースとして妥当な環境を十分に考慮して選定しているが、本成果を他の環境に展開する場合などでは、適用対象となるフィールドに依存して測位精度や必要コストは異なると考えられる。

提案技術は、異種多様な測位手法の結果を統合することで、各技術の得失を補完し、高精度な位置認識を実現するものである。各技術には、それぞれの得失があるほか、測位を利用したいフィールドに依存する制約条件もある。例えば、準天頂衛星の信号を受けられないフィールド、無線 LAN アクセスポイントが存在しないフィールドや、監視カメラが無いフィールドもあると考えられる。提案技術は、そのような場合に対しても、他の代替測位手法を利用することが可能であり、補完的測位を実現できる枠組みとなっている。ただし、それでも目標測位精度が得られない領域が生じるケースについては、不足する測位インフラを追加で準備する方針も検討する必要が生じ、必要コストは高くなる可能性もある。

以上の測位精度と必要コストのトレードオフの関係は、用途となるアプリケーションとフィールドに依存する部分が多く、実用化の際の見通しとしては、今回行ったフィールドでの評価結果を基準としながら、利

用技術や応用方針も含めた検討が肝要であると考えられる。

3. 4 研究開発成果の社会展開のための活動実績

(1) ユビキタス空間情報基盤技術の研究開発成果との連携

基本計画書「6. その他」特記事項に記載の通り、本事業の研究開発項目および実証実験では、「ユビキタス空間情報基盤技術の研究開発」成果である空間コードに関する成果を活用すると共に、関連技術の国際標準化活動を行った。空間コードは、「研究開発項目 ウ-2 空間コード活用による測位・空間情報の連携」における技術開発で測位用データ等の管理に活用した。また、「空間コードの国際標準化に向けた活動」および「高精度位置認識技術の普及促進に向けた標準化活動」を実施した。国際標準化活動に関する内容は、次の(2)及び(3)にて述べる。

(2) 空間コードの国際標準化に向けた活動

実証実験を通じて活用した我が国提案の空間コード (ucode) を我が国提案のユビキタスネットワークに関する技術規格の国際標準化とすべく、ITU-T や ISO/IEC 等の国際標準会議への参加等を通じ、デジュール標準化を目指した働きかけを行う。

平成 22 年度～23 年度における国際標準化活動により、以下の①、②に示す成果を得た。

- ① ITU-T での標準案の採択が2012年4月末に開始される ITU-T SG16 Plenary で予定されている。ただし H.IDScheme³、H.ID-RA⁴ は ITU-T 単独標準。H.IRP⁵ のみが ISO/IEC JTC 1 との共同標準となる。

ITU-T SG16 及び ISO/IEC JTC 1/SC 31 に提案した国際標準について、本研究開発における空間コードを利活用した測位技術の研究開発及び場所情報サービス実証実験の実施内容を具体例として議論を行った結果、以下の 2 点に関して合意された。

- ✓ H.IDScheme と H.ID-RA は ITU-T 単独の標準とする
- ✓ H.IRP は ISO/IEC JTC 1 との共同標準とする

H.IDScheme、 H.ID-RA は 2012 年 4 月末に始まる ITU-T SG16 Plenary の場で、AAP (Alternative Approval Process) のプロセスに入る事が決議された (2012 年 5 月 11 日)。それから約 45 日の後 (6 月末

³ H.IDScheme(成立後の正式名は ITU-T H.642.1)は、タグによる同定に基づくマルチメディア情報のアクセスに利用する識別スキーム (ID 体系) を定義している。そのような識別子に関連付けられたマルチメディア情報は「解決」 (resolution) プロセスによりアクセスできる。この標準はさらに、ここで定義する新しい ID 体系と既存の ID 体系を両立して利用できる枠組みを、オブジェクト識別子 (object identifier: ISO 標準の用語) と識別子とのペアを使って実現することを提案している。

⁴ H.ID-RA(成立後の正式名は ITU-T H.642.2)は、H.IDScheme 標準で定義される識別子体系の登録/管理を行う RA (Registration Authority) の果たすべき義務と要件を記述している。

⁵ H.IRP (成立後の正式名は ITU-T H.642.3 | ISO/IEC 29177) は、タグによる同定にもとづくマルチメディア情報のアクセスに利用する ID 解決 (resolution) プロトコルを定義している。この ID 解決プロトコルはマルチメディア情報の存在場所とアクセス方法を知ることに用いる。

頃)に、大きな反対が表明されなければ、正式に ITU-T の標準(ITU-T での名称は Recommendation)となる予定である。ただし、AAP の公示までに事務的な遅延が生じることもあり、そこから最低 4 週間程度要する場合もある。

H.IRP については、同じ会議で AAP に入ることが決議された(2012 年 5 月 11 日)ITU-T 側で正式に標準になったあとで、ISO/IEC JTC 1 側で、最終標準としての採択を行い、それで ITU-T と ISO/IEC JTC1 の共同標準になる予定である。従って、成立の時期については、ISO/IEC JTC1 側のスケジュールにより決定される予定であり、まだ具体的な日程は明らかにされていない。

ITU-T での標準採択の最終の段階に移行できることが明確になったのが国際標準に関する最大の成果である。

実証実験で行なった歩行者ナビゲーション技術の一部に利用されている空間コード(ucode)の発展形式となるコードが即ち H.IDscheme であり、それが ITU-T の標準として利用可能となることがほぼ確実となった。

② IETF に RFC を公表して、IANA より ucode 用の URN (Universal Resource Name) を獲得した。(仮取得済み、最終公開待ち)

国際標準活動のもう一つ大きな成果は、IETF (Internet Engineering Task Force: インターネットを利用される技術を標準化する組織)への RFC 文書 (Request For Comment: IETF が発行する事実上の標準仕様文書)の提案とその受理である。これは IANA (Internet Assigned Number Authority: IANA は IP に関連する技術で使われるユニークなコードや番号の割り当てを管理する機関)の管理する URN (Universal Resource Name)に、ucode を入れる名前空間を登録するという目的で行なわれた。

IANA の管理する URN に ucode の登録を行なったのは次のような背景がある。ucode をナビゲーションを含めて広く実世界で活用していくためには、新しく普及しそうなタグ、デバイス技術で ucode を活用できることが重要である。

この観点から、ここ 1-2 年間で民生部門ほかで、大きく広がるとおもわれる Near Field Communication (NFC)技術にもとづく タグ/デバイス/リーダライタなどに ucode が使えるようにすることが重要である。具体的には、NFC タグに ucode を入れて、リーダライタあるいはアプリケーションで認識できるようにすることが必要である。そのためには NFC のデファクト標準を設定している NFC F フォーラム(2004 年にソニー、フィリップス、ノキアの 3 社により設立)が作成しているデファクト標準で、ucode を登録できる枠組が必要不可欠である。

調査の結果、URN 空間 (IANA が管理している)で ucode 向けに名前空間が与えられていれば、NFC フォーラムの指定する方法で格納できることがわかった。従って、IANA の管理する URN に ucode を登録してもらう必要がある。

IANA での URN 空間での名前割り当てについての必要十分条件は、URN の取得に必要な規定の書式 (RFC3533 参照)に即した RFC 文書が IETF において公表されていることである。

そこで、ucode 用の URN の割り当てを要求する上記フォーマットに即した RFC (タイトルは A URN Namespace For The ucode)を公開するために、RFC 案の提案を 2011 年 12 月 22 日に行い、2012 年 2 月 18 日に正式に受理された。

これによりすでに IANA は以下の仮割り当てを正式に完了している。ucode には 46 という番号が割り振

られている。RFC 文書は公開時点に正式番号がつく予定であり、現在 RFC6588 という番号が付与され公開されている。

(3) 高精度位置認識技術の普及促進に向けた標準化活動

デファクト団体（W3C 及び OMA 等）において、携帯電話端末における高精度位置認識技術の普及促進に向けた、標準化の働きかけを行う。

高精度位置認識技術の普及促進に向けて、スマートフォン/携帯電話端末において利用される測位機能に大きな影響力を持つ標準化団体である OMA（Open Mobile Alliance）で、測位関連全般の標準化を取り扱う Location Working Group に対して、測位結果の導出法や扱い方、及び、そのデータ形式に関して以下の 2 つの標準化提案を行った。

- (1) 異種測位情報統合の仕組みを LPPe（LTE Positioning Protocol Extensions：（位置情報を携帯電話端末とサーバ間でやりとりするプロトコル））に組み込む提案
- (2) 携帯カメラ測位による画像特徴データの端末とサーバ間でのやりとりを実現する LPPe の拡張提案

(1)については、過去に類似の提案が Orange の会合参加者らから Global Location という枠組みで開始されたが、企業の関心が十分得られないとの理由で一旦標準化をやめた経緯があることがわかり、そのまま標準化することは難しいことがわかり、提案は再考することとした。また、この中で測位統合基盤の中で ucode を URI として用いることについて紹介したが、合意形成までにはいたらなかった。(2)については、他企業からも賛同が得られたが、現在 OMA で標準化中の LPPe Ver. 1.1 のスコープからは外れるということで、LPPe の次期バージョンに組み込むことを想定し、New Work Item として再度提案することになった。

3. 4 研究開発成果の社会展開のための活動実績

本事業では、基本計画書「6. その他」に特記事項として以下の記載がある。

(1) 本研究開発を効果的に実施するため、平成 20 年度から平成 22 年度まで実施している総務省研究開発「ユビキタス空間情報基盤技術の研究開発」について、空間コードの体系化等に関するこれまでの成果を活用し、また当該研究開発の受託者と連携、協力して研究開発を行う必要があることから、この研究開発の基本計画についても十分踏まえた上で提案を行うこと。

なお、提案の採択後、上記方針にしたがい、総務省及び「ユビキタス空間情報基盤技術の研究開発」の受託者と協議を行い、具体的な連携方法を定めること。

上記事項に関し、「研究開発項目ウ-2 空間コード活用による測位・空間情報の連携」において構築した、空間情報管理システムにおいて、空間コードの活用に関し、「ユビキタス空間情報基盤技術の研究開発」の受託者と協議を行い機能設計および実装を行った。具体的には、空間情報管理システムで取り扱う空間情報に空間コードを自動的に割り当てる「空間コードの自動割り当て機能」を設計・実装した。また、研究開発項目ア〜で利用した「測位環境に関する地図データ」及び「測位に必要な位置・場所情報」の編集と管理機能について、空間コードを活用したデータ管理・編集を行えるよう設計・実装を行った。また、実証実験で必要となったショッピングモール店舗情報や音声案内地点情報等の空間情報についても、空間情報管理システム上で、位置座標情報および空間コードを用いた編集及び管理を行った。また、空間コード活用方式を含む研究

開発項目ア～エに関する連携方針および研究推進手順について、総務省に報告を行いながら研究開発の実施を行った。

4 研究開発成果の社会展開のための計画

4. 1 各種システム・サービス・ソリューションへの展開

スマートフォンなどの端末事業及びフィジカルセキュリティ事業において、本研究開発の成果を展開していく予定である。

スマートフォンなどの端末事業では、位置情報に基づく情報検索サービスや、大型商業施設内における店内ナビゲーションサービスの導入による商品競争力強化を図っていく予定である。

フィジカルセキュリティ事業に関しては、重要施設等における許可された作業員以外の侵入検知、街頭や駅における通行者の特定行動(うろつきなど)監視、物流倉庫や工場における作業員の動線分析による作業効率化、商業施設における客及び店員の動線分析等への活用を進め、映像監視等の技術の市場競争力を高めていく予定である。

その他、高精度位置認識技術を活用した他の応用として、下表に示す例が考えられる。これらの中で、具体的なシステム・サービス・ソリューションとして展開の検討を行う。

表 5 今後実用化が期待される分野とシステム・サービス・ソリューションの例

分野	システム・サービス・ソリューション例
フィジカルセキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 位置認識技術を活用したフィジカルセキュリティシステム・サービス等
パーソナルナビゲーション	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 屋内外場所情報案内等 ➤ 屋内外経路誘導等 ➤ 視覚障がい者向けナビゲーション等
LBS (Location Based Service)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 高精度位置認識に基づく場所情報検索サービス等 ➤ 高精度位置認識に基づく SNS サービス等 ➤ 高精度位置認識に基づく情報提供端末・サービス等
構造物点検・管理等	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 橋梁・道路点検・管理システム・ソリューション等 ➤ ビル・航空機等構造物点検・管理システム等
物品・物流管理等	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 公物管理、物流管理システム等
人物管理等	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人物入退場管理システム等 ➤ 高精度測位に基づく高齢者見守りシステム等
地域活性化	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 観光情報提供システム等
位置認識ソリューション	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 高精度位置認識が可能な無線 LAN ソリューション ➤ 高精度位置認識が可能な携帯端末ソリューション ➤ 高精度位置認識が可能な監視カメラソリューション

4. 2 標準化

標準化活動は、事業終了後も引き続いて、ITU や ISO を対象として行う予定である。

2012年は、6月にITU-Tにおいて、提案してきたH.IDscheme、H.ID-RAが標準となる予定で、今後はさらにそれを利用したナビゲーションシステムをはじめとするアプリケーションのプロポーザルを世界に向けて実施することが重要であると考えられる。

最初の大きなターゲットは2012年6月にイタリアで開催されるIoT Week というイベントであり、ここにEU圏内の重要な研究団体、各国政府の担当者などが集合して、講演、討論会などをまとめて開く予定である。EIoTA (European Internet of Things Alliance: ヨーロッパにおける、Internet of Things に関心のある研究期間、会社及び大学の集まり) はそこで、訪問者に対して活動の全貌をあきらかにする予定である。CASAGRAS⁶ もイベントに併せて最終報告会議を行なう予定であり、株式会社横須賀テレコムリサーチパークもそこで活動報告を行なうほか、講演、討論会に参加予定である。

一方、OMAにおける本研究開発の成果に関する標準化も引き続きフォローする予定である。特に街並み認識に関する端末とサーバ間のデータ送信プロトコルの標準化は、NECが主体になってNew Work Itemとして提案し、標準化開始に向けて活動中である。2012年7月の会合で正式に承認されれば、標準化がスタートする見込みである。

⁶ CASAGRAS2: EC(European Commission) FP7 研究プロジェクトの一つで、CSA (Coordination and Support Activity) for Global RFID-related Activities and Standardisation の略。名称にはRFIDとあるが、日本におけるユビキタス分野の研究活動を参照し、その対象範囲をIoT(Internet of Things)等、RFID以外にも広げている。

5 査読付き誌上発表リスト

- [1] 柴田、池谷、仙田 (NEC) 、”Fast and Structure-Preserving Image Inpainting Based on Probabilistic Structure Estimation” 電子情報通信学会 (IEICE) 英文論文誌 D (情報・システム) :

6 その他の誌上発表リスト

- [2] "ららぼーと柏の葉で「高精度位置認識技術の研究開発」の実証実験", TRONWARE VOL. 134, 書籍, (2012年4月5日) :

7 口頭発表リスト

- [1] 浅野, et.al., “携帯型端末のセンサ情報を用いたロバストな歩行者高度推定手法”, 電気情報通信学会 総合大会, 2011 3/14-17, 東京都市大学.
- [2] 湧田, et.al., “地図情報を活用した歩行者位置推定手法”, 電気情報通信学会 全国大会, 2011 3/14-17, 東京都市大学.
- [3] 坂村, IOT(Internet of Things)に関する国際会議での基調講演 1 件, 2011/6/2. (海外)
- [4] 坂村, 第 7 回 GIS コミュニティフォーラムにおける基調講演 1 件, 2011/6/3.
- [5] 坂村, 第 2 回中日物聯網(ユビキタス・ネットワーク)技術協力会議での講演 1 件, 2011/6/6. (海外)
- [6] 越塚, 第 2 回中日物聯網(ユビキタス・ネットワーク)技術協力会議での講演 1 件, 2011/6/6. (海外)
- [7] Y. Wakuda, S. Asano, N. Koshizuka, and K. Sakamura, "An Adaptive Map-Matching based on Dynamic Time Warping for Pedestrian Positioning using Network Map" in IEEE/ION Position Location and Navigation System 2012 (PLANS2012), Apr. 24-26, 2012. (査読有り) (海外)
- [8] S. Asano, Y. Wakuda, N. Koshizuka, and K. Sakamura, "A Robust Pedestrian Dead-reckoning Positioning Based on Pedestrian Behavior and Sensor Validity," in IEEE/ION Position Location and Navigation System 2012 (PLANS2012), Apr. 24-26, 2012. (査読有り) (海外)
- [9] 中尾 (NEC) , ”高精度位置認識技術の実現に向けた取り組み”, TRONSHOW2011, uID セッション, 2010/12/17.
- [10] 小西, 中尾 (NEC) , ”WiFi 測位のためのアクセスポイントスキャン高速化方式”, 情報処理学会ユビキタスコンピューティングシステム研究会, 2011/3/7.
- [11] Shibata, Iketani, Senda (NEC), “Fast and Structure Preserving Inpainting Based on Probabilistic Structure Estimation”, IAPR Conference on Machine Vision Applications (MVA2011), 2011/6/14, Nara Centennial Hall. (査読有り) (海外)
- [12] 高橋, 平川, 大網 (NEC) , “プライバシーを考慮した人物特徴量抽出方式の検討”, 電子情報メディア学会研究会, 2012/03/30.

8 出願特許リスト

- [1] "測位装置、測位システム、測位方法、プログラム", 特願 2011-073793 号, 出願人: 株式会社横須賀テレコムリサーチパーク, 発明人: 湧田雄基, 坂村健, 諸隈立志, 浅野智之, 出願日: 2011/3/30 (出願中) .
- [2] "測位装置及び測位プログラム", 特願 2012-21204 号, 出願人: 株式会社横須賀テレコムリサーチパーク, 発明人: 湧田雄基, 坂村健, 越塚登, 浅野智之, 出願日: 2012/2/2 (出願中) .

- [3] “人物追跡装置、人物追跡方法および人物追跡プログラム”，特願 2011-070114 号，出願人：日本電気株式会社，発明者：大網亮磨，高橋祐介，出願日：2011/3/28（出願中）。
- [4] “撮像位置および撮像方向推定装置、撮像装置、撮像位置および撮像方向推定装置方法ならびにプログラム”，特願 2011-069251 号，出願人：日本電気株式会社，発明者：井下哲夫，出願日：2011/3/28（出願中）。
- [5] “移動体属性推定システム、移動体属性推定方法およびプログラム”，特願 2011-068551 号，出願人：日本電気株式会社，発明者：森口有紀江，小西勇介，出願日：2011/3/25（出願中）。
- [6] “画像処理システム、画像処理方法および画像処理用プログラム”，特願 2011-278432 号，出願人：日本電気株式会社，発明者：池谷彰彦，出願日：2011/12/20（出願中）。
- [7] “人物特徴量抽出システム、撮像端末、サーバおよび人物特徴量抽出方法”，特願 2012-000388 号，出願人：日本電気株式会社，発明者：高橋祐介，出願日：2012/1/5（出願中）。
- [8] “位置検出装置、方法及びプログラム”，特願 2012-038349 号，出願人：日本電気株式会社，発明者：小西勇介，出願日：2012/2/24（出願中）。
- [9] “位置検出装置、方法及びプログラム”，特願 2012-071595 号，出願人：日本電気株式会社，発明者：小西勇介，出願日：2012/3/27（出願中）。

9 取得特許リスト

なし。

10 国際標準提案リスト

- [1] "Proposal of meta-positioning framework", OMA Vancouver meeting, OMA-LOC-2011-0219, 2011/8.
- [2] "Proposal of image feature processing positioning", OMA Barcelona meeting, OMA-LOC-2012-0059, 2012/2.
- [3] "Multimedia information access triggered by tag-based identification: Identification scheme", H.IDscheme, ITU-T, 2012.
- [4] "Multimedia information access triggered by tag-based identification: Registration procedures for identifier", H.ID-RA, ITU-T, 2012.
- [5] "Information technology -Automatic identification and data capture technique- Identifier resolution protocol for multimedia information access triggered by tag-based identification", H.IRP, ITU-T, 2012.
- [6] A URN Namespace for ucode, RFC 6588, IETF, April 2012.

11 参加国際標準会議リスト

- [1] CASAGRAS-2 Kick-off meeting, Sitges, Spain, 2010 年 6 月 7-10 日
- [2] ITU-T SG16 Plenary 会議, Geneve (Switzerland), 2010 年 7 月
- [3] CJK 会議 NID-IOT WG 分科会議, ソウル, 2010 年 8 月 18-20 日
- [4] ICT2010 展示会, Brussels (Belgium), 2010 年 9 月 27-29 日 展示会議での展示、実演デモ
- [5] CASAGRAS2 一般向け説明講演+パートナー会議, Brussels, 2010 年 9 月 27 日午後

- [6] CJK NID-IOT WG分科会議,東京、2010年 11月 24-26日
- [7] CASAGRAS-2 第二回会議, 無錫, 2011年 2月 22-25日
- [8] “OMA ホノルル会合”, ホノルル, アメリカ, 2011年 2月
- [9] “OMA バンクーバー会合”, バンクーバー, カナダ, 2011年 8月
- [10] “OMA バルセロナ会合”, バルセロナ, スペイン, 2012年 2月

1 2 受賞リスト

なし。

1 3 報道発表リスト

- [1] "YRPユビキタス・ネットワークング研究所とNEC、「高精度位置認識技術の研究開発」の実証実験を実施, 日本経済新聞及び上場企業を網羅するプレスリリースポータルサイト JPubb, web, 2012/2/20.
- [2] "高精度位置認識技術の実証実験 NECなどが実施", 価格.com 及びレスポンス, web, 2012/2/21.
- [3] "屋内外で高精度な位置情報サービスを—NECらが実証実験", Itmedia 及び Yahoo!ニュース, web, 2012/2/21.
- [4] "位置情報で買い物支援", 日経産業新聞, 新聞, 2012/2/21.
- [5] "柏の葉 高精度位置認識技術の実証実験 NECなどが実施", GAZOO ニュース, web, 2012/2/21.
- [6] "정밀위치인식기술 - 「高精度位置認識技術の研究開発」の実証実験を実施", SARIM (韓国), web, 2012/2/21.
- [7] "《スマートシティ》ららぽーと柏の葉で高精度測位の音声ナビを体験—YRPユビキタス・ネットワークング研究所とNEC", 毎日新聞, web, 2012/3/13.

1 4 ホームページによる情報提供

- YRP UNL ホームページ
「高精度位置認識技術の研究開発」の実証実験を実施
<http://www.ubin.jp/press/pdf/UNL120220-01.pdf>
- NEC ホームページ
「高精度位置認識技術の研究開発」の実証実験を実施
<http://www.nec.co.jp/press/ja/1202/2003.html>
- ららぽーと柏の葉 ホームページ (実証実験フィールドとなったショッピングモール)
<http://kashiwa.lalaport.jp/info/index.html>

研究開発による成果数

\	平成 22 年度	平成 23 年度	合計	(参考) 提案時目標数
査読付き誌上発表数	0 件 (0 件)	1 件 (1 件)	1 件 (1 件)	3 件 (3 件)
その他の誌上発表数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	-件 (-件)
口 頭 発 表 数	4 件 (0 件)	8 件 (6 件)	12 件 (6 件)	10 件 (0 件)
特 許 出 願 数	4 件 (0 件)	5 件 (0 件)	9 件 (0 件)	8 件 (0 件)
特 許 取 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 提 案 数	1 件 (1 件)	4 件 (4 件)	5 件 (5 件)	-件 (-件)
国 際 標 準 獲 得 数	0 件 (0 件)	3 件 (3 件)	3 件 (3 件)	-件 (-件)
受 賞 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	-件 (-件)
報 道 発 表 数	0 件 (0 件)	7 件 (1 件)	7 件 (1 件)	6 件 (0 件)
報 道 掲 載 数	0 件 (0 件)	11 件 (1 件)	11 件 (1 件)	6 件 (0 件)

注 1 : 各々の件数は国内分と海外分の合計値を記入。(括弧)内は、その内海外分のみを再掲。

注 2 : 「査読付き誌上発表数」には、論文誌や学会誌等、査読のある出版物に掲載された論文等を計上する。学会の大会や研究会、国際会議等の講演資料集、アブストラクト集、ダイジェスト集等、口頭発表のための資料集に掲載された論文等は、下記「口頭発表数」に分類する。

注 3 : 「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等を計上する。

注 4 : PCT 国際出願については出願を行った時点で、海外分 1 件として記入。(何カ国への出願でも 1 件として計上)。また、国内段階に移行した時点で、移行した国数分を計上。