

位置情報基盤を使用した技術実証報告

平成28年3月3日

■ シームレス測位とは？

- 屋内・屋外で途切れなく被測位対象の位置を測定することを指す
- 基本的な方針は、屋外では GPS を使い、屋内ではさまざまな屋内測位手法を組み合わせて利用する

■ 屋内測位手法の組み合わせ例

- GPS+IMES
 - ✓ GPS/QZSS と同じ無線特性を持つ信号を発信する位置情報送信タグから得られる RSS から近傍判定を行う
 - ✓ 受信機は単一のチップセットで屋内外測位が可能
- GPS+UWB
 - ✓ 屋内の被測位対象エリアに UWB 受信機を設置して、屋内の測位を UWB で行う
- GPS+INS/SHS+Wi-Fi/BLE
 - ✓ 無線測位手法と自律航法（PDR: Pedestrian Dead Reckoning）の統一

■ 実証の目的

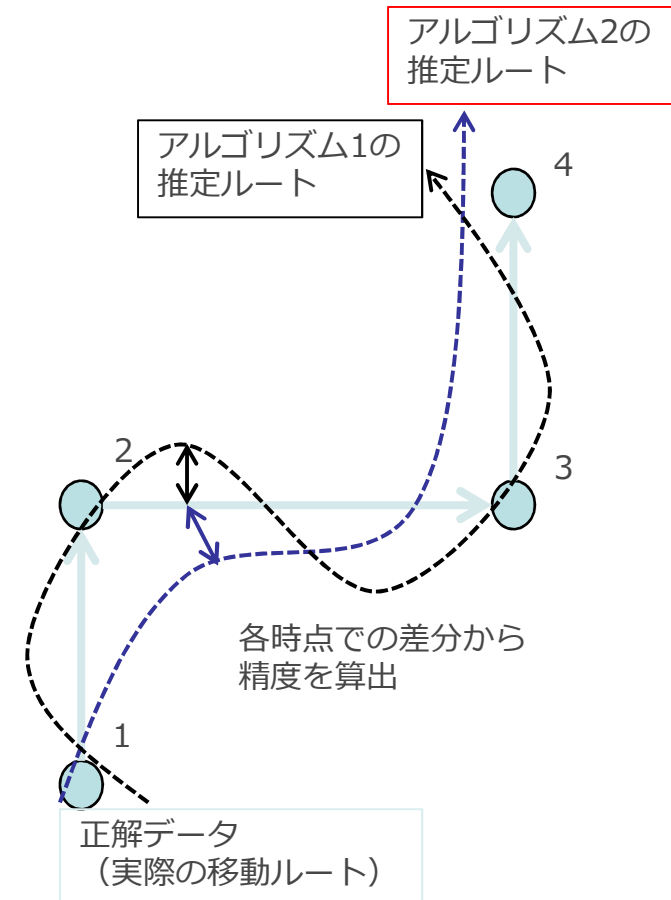
- 調査したシームレス測位手法を実証エリアである東京駅に適用し、実測することにより、位置情報基盤にBLEマーカ等のパブリックタグを登録することによる有用性を検証する。

■ 実証の手法

- オフライン実証を実施
 - ✓ 事前に測位の際に必要なになりうるセンサー等のログを実地で収集。
 - ✓ 事後にログに対してアルゴリズムを適用し測位結果を得る。

オフライン実証の手順

1. 検証ルート設定
 - 座標が既知の図面上で、複数の地点間を順に直進するようなルートを、事前に設計する
2. 実地でのログ収集
 - センサデータ収集アプリでログを取りながら、可能な限り等速で地点間を移動する
 - 設定した地点を通過したタイミングで、タイムスタンプ記録アプリで、タイムスタンプを記録する
3. 正解データの構築
 - タイムスタンプのログをもとに、各地点間を等速で移動したと仮定し、各時点で実際に移動していた場所を算出する
4. 手法適用と精度の測定
 - センサデータ収集アプリでログに測位アルゴリズムを適用し、正解データとの差分から精度を算出する



実証手法の概要

(1) 検証ルート設定



(2) ログ収集

(フィールドにて取得)



時刻同期された2台のスマートフォンを利用して、(1)の検証ルートを可能な限り等速で移動
 スマートフォンA: センサデータを収集
 スマートフォンB: 事前に設定された地点を通過した時刻を記録

ログA

ログB

(3) 正解データの構築

各地点間を等速で移動したと仮定し、ログBから正解データを構築

正解データ

(4) 各手法の精度測定

ログA (センサデータログ) に各手法を適用し、正解データとの差分から精度算出 (オフライン検証)



位置情報基盤
サーバ

unicodeBLEマーカの
設置位置リスト

手法の結果

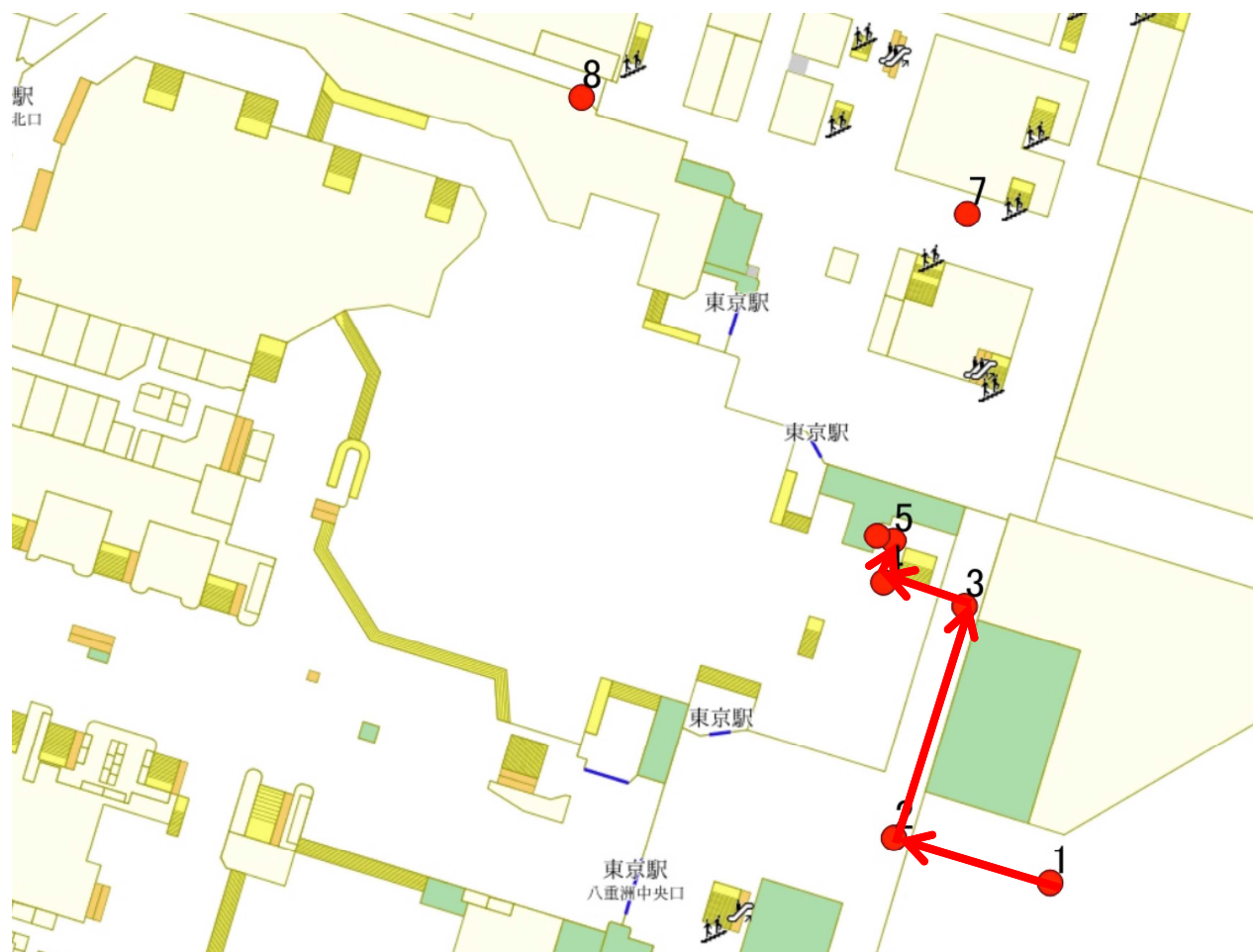
■ 以下の3種類の手法を実測し、比較を行う

- GPS + WiFi
 - ✓ Android端末の標準位置情報を利用
- PDR
 - ✓ Android端末をポケットに入れた状態で、ユーザの最初の位置と向きを既知として、内蔵センサを用いた自律航法により位置推定を行う
- PDR + BLE
 - ✓ 上のPDRによる測位結果を、BLEビーコンから受信した信号の強度を利用して補正

※実証において、地磁気を含む様々なセンサログを取得したが、最終的なPDRの実測では、加速度とジャイロを用いることとした

■ 検証ルート




- 八重洲中央口から、東京駅北自由通路を通過して新丸ビルに向かう
- 新丸ビルから、東京駅北自由通路を通過して八重洲中央口に向かう



← ルート ● 事前に設定した地点
(通過時刻を計測)

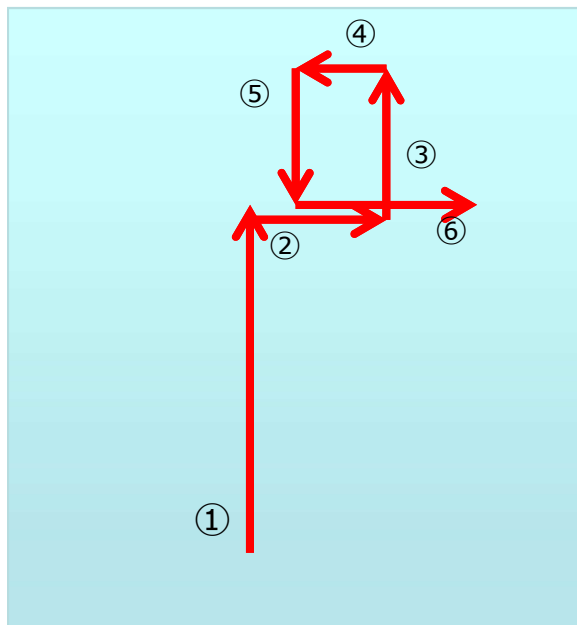
検証ルート(地下1階)



 ルート	 事前に設定した地点 (通過時刻を計測)	 BLE設置箇所
---	--	---

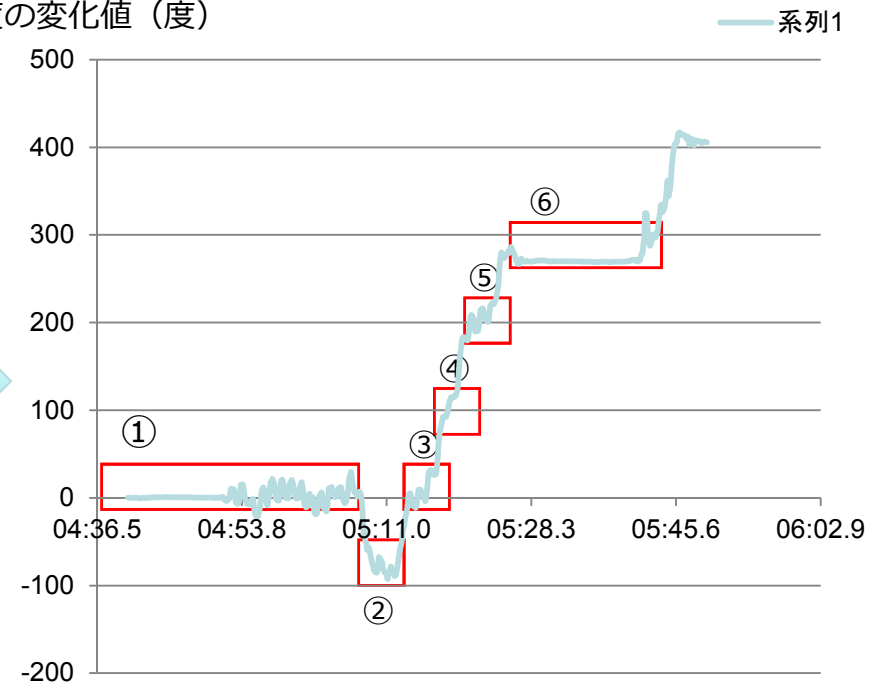
■ 予備実験の結果、以下の結果が得られている

- Android内蔵の加速度およびジャイロセンサの値を適切に処理することで、ユーザの進行方向を算出できる
- 同センサで検出可能な歩数と組み合わせることで、計測開始地点からのユーザの相対的な位置を算出できる見通しである



予備実験における歩行パターン

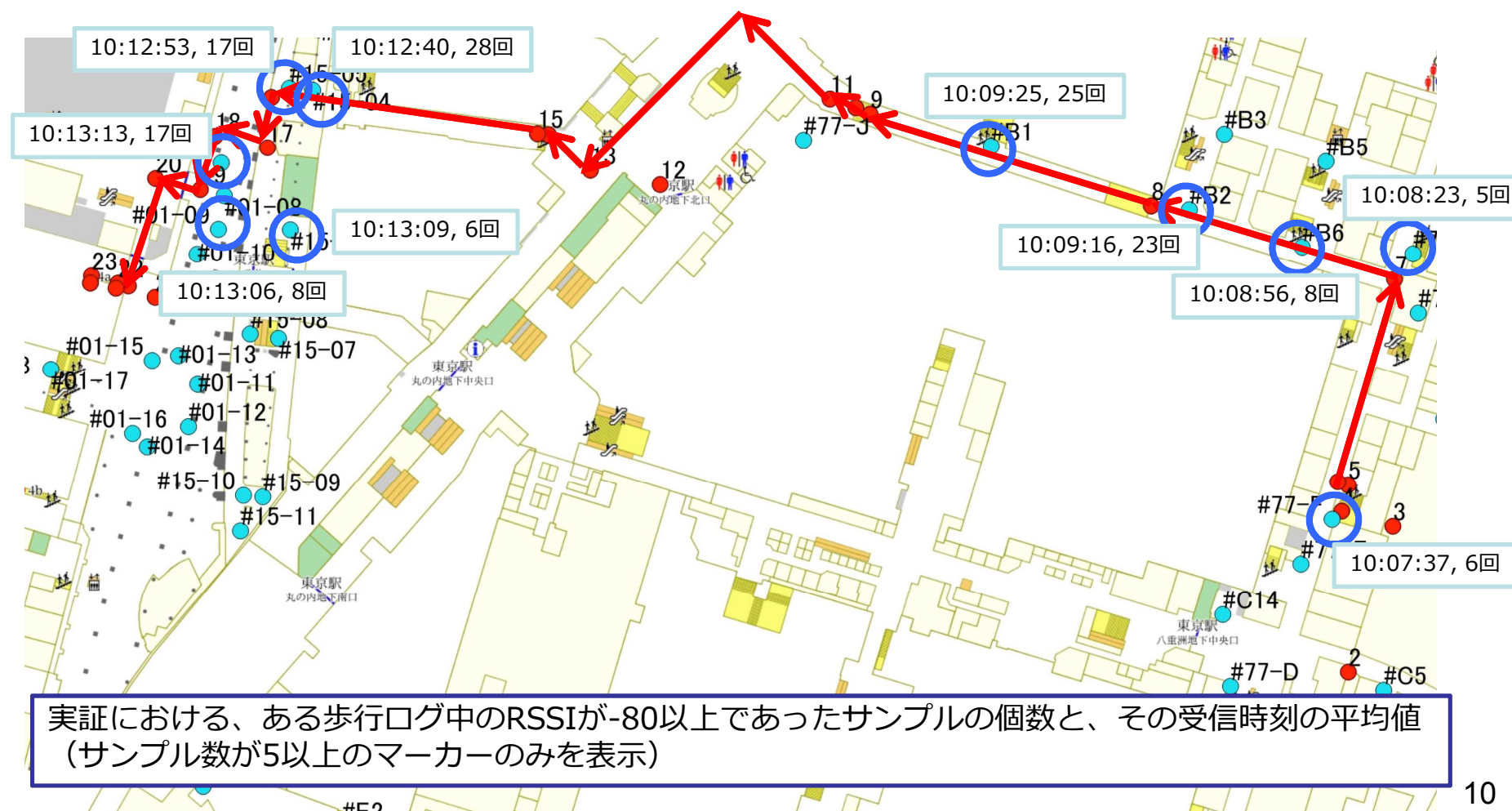
最初の進行方向を0°とした
角度の変化値 (度)



ユーザの進行方向 (開始地点を0とする)

結果の見通し② BLEマーカ-の効果について

- 実証におけるログから、以下の見通しを得られている
 - 検証ルート上にあるBLEマーカ-の多くは、一定以上の電波強度で複数回受信している
 - BLEマーカ-受信を、PDRの補正の起点として活用できる見通しである



位置情報基盤サーバへのアクセス頻度に関する考察

- 実証における6回の歩行において、BLEマーカの受信回数は表の通り
 - 平均1分あたり、2.9個のBLEマーカを、のべ96.6回受信

- BLEマーカによる測位基盤が十分に普及した状態のアクセス頻度
 - 前提
 - ✓ 東京駅と同じ密度で日本中に整備
 - ✓ 100万人がBLEマーカによる測位基盤を利用
 - ✓ 1人の1日の歩行時間は60分
 - 1日1人あたり、約170個のBLEマーカを約5,800回受信する。
一度受信したBLEマーカはキャッシュできるので、1日1人あたり170回位置情報基盤サーバへアクセスすることになる。
 - このとき、利用者全体でアクセス総数は、1.7億/日と見積もられる。

歩行時間	のべ受信回数	マーカ数
8分32秒	637	22
8分49秒	672	21
8分57秒	920	32
9分13秒	880	27
9分3秒	992	26
9分3秒	1,095	25