

# ICTを活用した次世代ITSの確立

## II 歩車間通信技術の開発

### (1) 専用端末を利用した直接通信型歩車間通信技術の開発

#### イ) 高度位置精度技術の開発

平成26年度研究成果報告書

平成27年3月

パナソニックシステムネットワークス株式会社

## 目次

1.	はじめに.....	8
2.	研究開発目的及び目標.....	9
3.	研究開発体制.....	11
4.	研究成果の要約.....	12
4.1.	年次目標.....	12
4.2.	成果概要.....	12
5.	研究実施計画.....	13
6.	研究成果詳細.....	15
6.1.	歩行者端末システム.....	15
6.1.1.	GNSS 測位専用端末.....	15
6.1.2.	スマートフォン.....	16
6.1.3.	位置情報取得アプリケーション.....	16
6.2.	準天頂衛星測位性能検証.....	17
6.2.1.	衛星測位の基礎情報.....	17
6.2.2.	評価条件.....	19
6.2.3.	評価結果.....	20
6.2.4.	まとめと今後の技術課題.....	54
6.3.	GNSS 測位専用端末の消費電流確認.....	55
6.4.	GNSS 測位専用端末ースマートフォンー700MHz 帯通信端末の接続検証.....	56
7.	研究発表などの成果.....	58
8.	その他研究活動.....	75
8.1.	研究開発運営委員会.....	75
8.2.	ビジネスプロデューサによる動向調査.....	77
9.	詳細仕様、及び、実験データ詳細.....	78
9.1.	位置情報取得アプリケーション詳細仕様.....	78
9.1.1.	歩車間通信制御.....	78
9.1.2.	測位誤差検証制御.....	94
9.1.3.	検証結果転送制御.....	102
9.2.	測位実験データ.....	105
9.2.1.	開放地.....	105
9.2.2.	市街地.....	107
9.2.3.	高層ビル街.....	109
9.2.4.	歩道橋.....	113
9.2.5.	高架道路上.....	117
9.2.6.	車内.....	119
9.2.7.	建物の際(外側).....	121
10.	参考文献.....	123

## 図表目次

表 2-1	研究開発の範囲	9
表 6-1	GNSS 測位専用端末諸元	15
表 6-2	位置情報取得アプリケーション 機能一覧	16
表 6-3	測位衛星が放送する主なデータ	17
表 6-4	GNSS 受信機における測位所要時間	17
表 6-5	測位評価条件	19
表 6-6	測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)	21
表 6-7	測位精度評価結果 (水平誤差、胸ポケット内)	21
表 6-8	測位精度評価結果 (水平誤差、カバン内)	22
表 6-9	測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)	24
表 6-10	測位精度評価結果 (水平誤差、胸ポケット内)	25
表 6-11	測位精度評価結果 (水平誤差、カバン内)	26
表 6-12	測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)	28
表 6-13	測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)	30
表 6-14	測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)	32
表 6-15	測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)	34
表 6-16	測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)	36
表 6-17	測位精度評価結果 (高度誤差、帽子上固定)	40
表 6-18	測位精度評価結果 (高度誤差、帽子上固定)	42
表 6-19	測位精度評価結果 (車内 水平誤差、手持ち固定)	44
表 6-20	測位精度評価結果 (車外 水平誤差、手持ち固定)	44
表 6-21	測位精度評価結果 (水平誤差、手持ち固定)	46
表 6-22	測位精度評価結果 (水平誤差、手持ち固定)	48
表 6-23	測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)	50
表 6-24	TTFF 評価結果	51
表 6-25	測位精度ばらつき評価結果 (水平誤差、平均誤差)	52
表 6-26	測位精度ばらつき評価結果 (水平誤差、平均+2 $\sigma$ )	53
表 6-27	今後の技術課題	54
表 6-28	消費電流評価結果	55
表 6-29	スマートフォン測位ログ	57
表 6-30	700MHz 帯通信端末受信ログ	57
表 7-1	研究成果一覧	58
表 7-2	関連特許一覧	59
表 8-1	【第一回】歩車通信開発 研究開発運営委員会 ご指摘事項と対応	75
表 8-2	【第二回】歩車通信開発 研究開発運営委員会 ご指摘事項	76
表 9-1	歩車間通信制御 機能一覧	79

表 9-2	歩処理サービスの動作モード	88
表 9-3	歩処理サービスの役割	88
表 9-4	歩処理メイン 状態一覧	89
表 9-5	歩処理メイン イベント一覧	89
表 9-6	歩処理メイン 状態遷移表	90
表 9-7	測位誤差検証制御 機能一覧	95
表 9-8	検証結果転送制御 機能一覧	102
表 9-9	測位精度評価結果 (水平誤差、胸ポケット内)	105
表 9-10	測位精度評価結果 (水平誤差、カバン内)	106
表 9-11	測位精度評価結果 (水平誤差、胸ポケット内)	107
表 9-12	測位精度評価結果 (水平誤差、カバン内)	108
表 9-13	測位精度評価結果 (水平誤差、胸ポケット内)	109
表 9-14	測位精度評価結果 (水平誤差、カバン内)	110
表 9-15	測位精度評価結果 (水平誤差、胸ポケット内)	111
表 9-16	測位精度評価結果 (水平誤差、カバン内)	112
表 9-17	測位精度評価結果 (高度誤差、胸ポケット内)	113
表 9-18	測位精度評価結果 (高度誤差、カバン内)	115
表 9-19	測位精度評価結果 (高度誤差、胸ポケット内)	117
表 9-20	測位精度評価結果 (高度誤差、カバン内)	118
表 9-21	測位精度評価結果 (車内 水平誤差、胸ポケット内)	119
表 9-22	測位精度評価結果 (車外 水平誤差、胸ポケット内)	119
表 9-23	測位精度評価結果 (車内 水平誤差、カバン内)	120
表 9-24	測位精度評価結果 (車外 水平誤差、カバン内)	120
表 9-25	測位精度評価結果 (水平誤差、胸ポケット内)	121
表 9-26	測位精度評価結果 (水平誤差、カバン内)	122
図 1-1	交通事故死者数に関する参考データ	8
図 2-1	歩行者端末システム	10
図 5-1	本研究開発における成果目標イメージ	13
図 6-1	準天頂衛星対応 GNSS 測位専用端末	15
図 6-2	位置情報取得アプリケーション ユーザインタフェース画面	16
図 6-3	測位実験場所の一例	19
図 6-4	試験場所	20
図 6-5	測位評価時の衛星配置	20
図 6-6	試験場所	23
図 6-7	測位評価時の衛星配置	23
図 6-8	歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差 (往路 1 回目)	24

図 6-9	歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差（往路 1 回目）	25
図 6-10	歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差（往路 1 回目）	26
図 6-11	試験場所	27
図 6-12	測位評価時の衛星配置	27
図 6-13	歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差（往路 1 回目）	28
図 6-14	試験場所	29
図 6-15	測位評価時の衛星配置	29
図 6-16	市街地での測位誤差（静止、1 回目）	30
図 6-17	試験場所	31
図 6-18	測位評価時の衛星配置	31
図 6-19	歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差（1 回目）	32
図 6-20	試験場所	33
図 6-21	測位評価時の衛星配置	33
図 6-22	高層ビル街での測位誤差（静止、1 回目、2 回目）	34
図 6-23	試験場所	35
図 6-24	測位評価時の衛星配置	35
図 6-25	歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差（1 回目）	36
図 6-26	各衛星の C/N 値の時間変動（歩行 1 回目）	37
図 6-27	測位評価時の衛星配置（測位精度劣化時間帯）	38
図 6-28	測位実験場所の補足情報	38
図 6-29	試験場所	39
図 6-30	測位評価時の衛星配置	39
図 6-31	歩行時測位高度誤差	40
図 6-32	高度と気圧の関係	40
図 6-33	試験場所	41
図 6-34	測位評価時の衛星配置	41
図 6-35	測位高度誤差（1 回目）	42
図 6-36	試験場所	43
図 6-37	測位評価時の衛星配置	43
図 6-38	試験場所	45
図 6-39	測位評価時の衛星配置	45
図 6-40	測位誤差（静止、2 回目）	46
図 6-41	試験場所	47
図 6-42	測位評価時の衛星配置	47
図 6-43	測位誤差（建物内、窓際、静止）	48
図 6-44	試験場所	49
図 6-45	測位評価時の衛星配置	49
図 6-46	測位誤差（静止、1 回目）	50

図 6-47 実験環境 (再放射系) .....	51
図 6-48 実験環境 (再放射系) .....	52
図 6-49 実験環境 (再放射系) .....	55
図 6-50 実験環境 .....	56
図 9-1 歩車間通信制御 システム構成図 .....	78
図 9-2 画面及びシステム概要(アプリ起動時).....	80
図 9-3 画面及びシステム概要(接続対象機器の検索).....	80
図 9-4 画面及びシステム概要(歩処理サービス起動).....	81
図 9-5 画面操作イメージ(接続機器選択).....	82
図 9-6 画面操作イメージ(接続機器情報のクリア).....	82
図 9-7 画面操作イメージ(歩処理サービス起動、接続先未設定).....	83
図 9-8 画面操作イメージ(歩処理サービス起動、GNSS のみ設定).....	83
図 9-9 画面操作イメージ(歩処理サービス起動、700MHz のみ設定).....	84
図 9-10 画面操作イメージ(歩処理サービス起動、GNSS/700MHz 共に設定済み).....	84
図 9-11 画面操作イメージ(歩処理サービス起動、共通).....	85
図 9-12 画面操作イメージ(歩処理サービス停止).....	85
図 9-13 画面操作イメージ(コマンド投入画面起動、サービス稼動中).....	86
図 9-14 画面操作イメージ(コマンド投入画面起動、サービス未起動状態).....	86
図 9-15 画面操作イメージ(コマンド投入画面起動、対象機器未選択).....	86
図 9-16 画面操作イメージ(コマンド投入、GNSS).....	87
図 9-17 画面操作イメージ(コマンド投入、700MHz).....	87
図 9-18 歩処理メイン 状態遷移図 .....	90
図 9-19 Bluetooth 接続処理の流れ.....	91
図 9-20 処理イメージ(請求コマンド送信処理).....	92
図 9-21 処理イメージ(請求コマンド応答受信処理).....	93
図 9-22 処理イメージ(非請求イベント受信処理).....	93
図 9-23 測位誤差検証制御 システム構成図 .....	94
図 9-24 画面及びシステム概要(測位誤差検証画面起動).....	95
図 9-25 画面及びシステム概要(測位誤差記録).....	96
図 9-26 画面操作イメージ(測位誤差検証メニュー選択、サービス稼働中).....	96
図 9-27 画面操作イメージ(測位誤差検証メニュー選択、サービス未起動状態).....	97
図 9-28 画面操作イメージ(測位結果表示、GNSS、Android 共に測位結果無し).....	97
図 9-29 画面操作イメージ(測位結果表示、GNSS、Android 共に測位結果あり).....	98
図 9-30 画面操作イメージ(測位結果表示、GNSS のみ測位結果あり).....	98
図 9-31 画面操作イメージ(測位結果表示、Android のみ測位結果あり).....	98
図 9-32 画面操作イメージ(測位結果表示、GNSS、Android 共に測位結果が途絶えた場合) .....	99
図 9-33 画面操作イメージ(現在地移動).....	99

図 9-34	画面操作イメージ(測位誤差表示、GNSS、Android 共に測位結果無し).....	100
図 9-35	画面操作イメージ(測位誤差表示、GNSS、Android 共に過去 2 秒以内の結果あり) .....	100
図 9-36	画面操作イメージ(測位誤差表示、GNSS のみ過去 2 秒以内の結果あり).....	101
図 9-37	画面操作イメージ(測位誤差表示、Android のみ過去 2 秒以内の結果あり).....	101
図 9-38	検証結果転送制御 システム構成図 .....	102
図 9-39	画面及びシステム概要(検証結果送信画面起動).....	103
図 9-40	画面及びシステム概要(送信実行).....	103
図 9-41	画面操作イメージ(検証結果送信制御開始).....	104
図 9-42	画面操作イメージ(検証結果送信操作、送信先 URL 未入力).....	104
図 9-43	画面操作イメージ(検証結果送信操作、送信実施).....	104
図 9-44	歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差 (往路 1 回目) .....	105
図 9-45	歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差 (往路 1 回目) .....	106
図 9-46	市街地での測位誤差 (静止、1 回目) .....	107
図 9-47	市街地での測位誤差 (静止、1 回目) .....	108
図 9-48	高層ビル街での測位誤差 (静止、1 回目、2 回目) .....	109
図 9-49	高層ビル街での測位誤差 (静止、1 回目、2 回目) .....	110
図 9-50	歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差 (1 回目) .....	111
図 9-51	歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差 (1 回目) .....	112
図 9-52	歩行時測位高度誤差 .....	113
図 9-53	高度と気圧の関係 .....	114
図 9-54	歩行時測位高度誤差 .....	115
図 9-55	高度と気圧の関係 .....	116
図 9-56	測位高度誤差 (1 回目) .....	117
図 9-57	測位高度誤差 (1 回目) .....	118
図 9-58	測位誤差 (静止、2 回目) .....	121
図 9-59	測位誤差 (静止、2 回目) .....	122

## 1. はじめに

自動走行システムには、①交通事故の削減、②交通渋滞の緩和、③環境負荷の低減という効果が期待され、特に超高齢化社会を迎える中、世界一安全な道路交通社会を目指す我が国にとって、関連技術の開発やその普及に向けた環境整備は極めて重要である。自動走行システムを実現するためには、従来の自動車単体での運転支援技術（自律型）の更なる高度化に加え、車と車、インフラ、歩行者等をつなぐ高度な無線通信技術を活用した運転支援技術（協調型）の早期実用化が不可欠である。

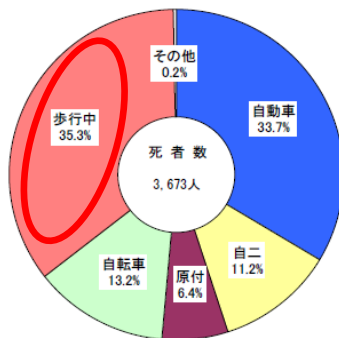
平成 25 年に閣議決定された「世界最先端 IT 国家創造宣言」において、「車の自律系システムと車と車、道路と車との情報交換等を組み合わせ、2020 年代中には自動走行システムの試用を開始する。これらの取組などにより、2018 年を目途に交通事故死者数を 2,500 人以下とし、2020 年までには、世界で最も安全な道路交通社会を実現する（交通事故死者数が人口比で世界一少ない割合になることを目指す）」とされている。この国家目標を実現するために、内閣府における SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）が創設された。本研究開発は、SIP・自動走行システムに係わる研究開発の一部として実施されるものである。

一方、交通事故の現状について、2014 年の交通事故統計によると、交通事故死者数 3673 名（2014 年 11 月末時点）の内、歩行中、及び、自転車乗車中の死者の割合が 48.5%と高く、交通事故死者数削減に向けては、特に 35%を占める歩行者への対策が必須である。また、歩行中の死者数の内、65 歳以上の高齢者の割合が 70%以上であり、高齢者への対策が重要である。

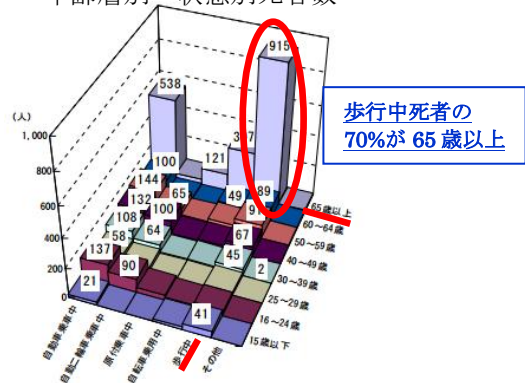
図 1-1 に交通事故死者数に関する参考データを示す。

以上のような背景から、本研究開発においては、歩行者をターゲットとし、歩行者等と近接する自動車との間で位置情報等を交換することにより衝突等を回避するための歩車間通信システムの研究開発を行う。

状態別死者数（構成率%）



年齢層別・状態別死者数



出典：「2014 交通事故統計」（警察庁）  
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001128424>

平成 26 年 11 月末時点

図 1-1 交通事故死者数に関する参考データ



## 2. 研究開発目的及び目標

本研究開発では、車載システムと直接通信できる専用端末を利用した直接通信型歩車間通信技術を開発する。この技術を実用化することにより、行動予測が難しく、自動車に比べ移動の自由度が高い自転車なども含む広義の歩行者の情報を車に伝えることで、事故の低減につなげることが期待できる。

本研究外である技術課題のア) 歩車間通信の要求条件の検討の研究開発と連携する形で、上記課題イ、及び、技術課題ウ) 歩車間通信の通信プロトコルの開発、エ) 実環境における実証及び課題の抽出の研究開発を行い、多数の車両、歩行者、自転車が混在する実際の道路環境下において、基本計画書技術課題 II(1)専用端末を利用した直接通信型歩車間通信技術の開発における要求条件を達成する歩車間通信システムを実現する。

以上より、見通しの悪い交差点等で発生する歩行者・自転車事故の低減（基本計画書における政策目標：交通事故死者数 2500 人以下/年）に向けて、歩行者やドライバーに対して適切な状況・タイミングで注意喚起を行える直接通信型の歩車間通信システムを小型・省電力にて実現し、歩行者事故削減に貢献することを目標とする。

表 2-1 に本研究開発の範囲について示す。

表 2-1 研究開発の範囲

大項目	小項目	受託者	
歩車間通信の要求条件 (技術課題 ア)	交通事故削減に資するサービスの抽出	国土交通省側 受託者	
	歩車間通信に求められる通信の要求条件 (事故要因分析に基づいた通信エリア、 メッセージセット等の検討)		
歩行者端末	700MHz 帯通信 (技術課題 ウ、エ)	通信プロトコル (車車間通信・路車間通信との互換性確保)	パナソニック
		携帯性を考慮した小型化技術の開発	
		バッテリー特性や省電力に関する技術	
	高精度測位 (技術課題 イ)	準天頂衛星を活用した高度位置精度技術	
交通事故削減のための アプリケーション (技術課題イ、エ連携)	歩車間通信の要求条件検討結果を踏まえた 事故回避アプリケーション開発		

次に、技術課題解決のため開発を行う、直接通信型歩車間通信システムについて、本研究開発では原理・方式の開発と実証を主目的とし、以下の A、B、C の 3 端末(以降、これら 3 端末をまとめて歩行者端末システムと称す)で本通信システムを構成する。本研究外である技術課題のウ、エの開発において A の端末を開発し、本研究開発でウ、エの研究開発と連携する形で、B、C の 2 つの端末を開発する。図 2-1 に本研究開発における歩行者端末システムを示す。

- A) 歩行者・自転車端末 (以降、700MHz 帯通信端末と称す) : 700MHz 帯安全運転支援通信システム (以降、700MHz 帯通信と称す) に対応した歩行者・自転車用端末
- B) GNSS 測位専用端末 : 準天頂衛星システム (QZSS : Quasi Zenith Satellite System) を含む GNSS (Global Navigation Satellite System : 全地球航法衛星システム) 信号受信に加えて、準天頂衛星が放送する L1-SAIF (SAIF : Submeter-class Augmentation with Integrity Function) 補強信号受信、及び、これを利用した位置補正機能を有する測位専用端末
- C) スマートフォン : 700MHz 帯通信端末と GNSS 測位専用端末の情報のハブ役となる端末であり、本端末上に、歩行者自律航法 (PDR : Pedestrian Dead Reckoning) ・マップマッチング技術 (地図情報との比較による補正) を用いた高精度測位アプリケーションや、危険回避アプリケーションを実装する。

以下、技術課題のイについて、目標の概要を示す。

歩行者・自転車等は、車道に加えて、歩道や歩道橋、公園など移動可能エリアが広く、また、急な飛び出しや方向転換など行動予測が難しいため、自動車との事故低減のために歩行者・自転車の正確な位置情報を把握し、自動車へ伝えることが重要と考えられる。しかしながら、従来の GPS 等をベースにした位置計測技術では事故低減のための位置精度が不十分であり、より高い位置精度が求められるため、準天頂衛星の利用や、歩行者自律航法、マップマッチングを複合的に組み合わせる方法を考案・検討し、試作評価することを目標とする。



図 2-1 歩行者端末システム

### 3. 研究開発体制

(1) イ) 高度位置精度技術の開発に関わる研究開発体制を以下に示す。

代表研究責任者：青山 恭弘（パナソニックシステムネットワークス株式会社）

(1) 専用端末を利用した直接通信型歩車間通信技術の開発

イ) 高度位置精度技術の開発

・担当 パナソニックシステムネットワークス株式会社

研究リーダー：野口 浩

(パナソニックシステムネットワークス株式会社)

研究者 : 今泉 賢、大久保 義行、相原 弘一、白崎 良昌、  
上野 剛、後明 一聖、松室 幸太郎、須藤 浩章、  
田中 悟史、村松 慎太郎、高木 丈史、岡本 眞二  
(パナソニックシステムネットワークス株式会社)

・使用する主な研究機器

(リース) GPS 測量システム、Bluetooth プロトコルアナライザ

(購入設備) 実験用 GNSS 受信モジュール式、  
比較用 QZSS 受信機

(既存設備) GNSS 再放射系実験設備、シールドルーム

## 4. 研究成果の要約

### 4.1. 年次目標

歩行者の正確な位置測定、及び、歩行者への適正な危険通知アラーム発動の実現を3ヵ年の目的とし、以下の年次目標を設定する。

＜ 平成26年度 ＞	＜ 平成27年度 ＞	＜ 平成28年度 ＞
『準天頂衛星受信機能の開発』 ■ 準天頂衛星による測位精度、消費電力等に関する性能検証 ・GNSS測位専用端末開発 ・位置情報取得アプリ開発 ・準天頂衛星測位性能検証 ・700MHz帯通信端末とのI/F検証	『準天頂衛星受信機能の高精度化、小型・低消費電力検討』『高精度測位システム確立』 ■ マルチパス誤差対策による高精度化 ■ 衛星捕捉状態に応じた自律航法・マップマッチングの動作最適化 ■ 人の移動に起因した測位誤差の抑制	『歩行者状態判定、危険判定方式の確立』 ■ 安全状態検出方法の検証(歩道橋) ■ 危険状態検出方法の検証(違反横断) ■ 適正な危険通知アラーム発動のための危険判定方法の検証

### 4.2. 成果概要

平成26年度は準天頂衛星受信機能の開発を実施、以下の成果を達成している。

## 準天頂衛星を利用した測位精度の現状把握、課題抽出を完了

目標	達成(見込み)	説明
GNSS測位専用端末開発、及び、位置情報取得アプリ開発	開発完了	準天頂衛星のL1-SAIF補強に対応した測位専用端末の基本動作を確認。位置情報取得アプリの開発を完了。
準天頂衛星測位性能検証	検証完了	屋内の試験環境、及び、事故回避場面から選定した実フィールドの測位実験場所において、準天頂衛星を利用した位置精度を確認。
GNSS 測位専用端末の消費電流確認	検証完了	GNSS測位専用端末における衛星測位時の消費電流を確認。
GNSS 測位専用端末—スマートフォン—700MHz 帯通信端末の接続検証	検証完了	GNSS測位専用端末からの位置情報の取得、及び、700MHz帯通信端末への情報転送を確認し、歩行者端末システムとしての接続検証を完了。
<b>特記事項：</b> 国土交通省側の受託者と連携して、歩車間通信システムへの要求条件(支援方法、システム遅延、測位誤差等)に関する意見交換を行いながら、研究開発を推進		

## 5. 研究実施計画

### [基本計画]

歩行者・自転車等は、自動車に比べ移動の自由度が高く、従来の GPS をベースにした位置計測技術では精度が不十分である。このことから、準天頂衛星などを複合的に組み合わせる方法や新たな方式を考案するなどの高度位置精度技術の開発が必要である。

### [本研究成果目標]

歩行者・自転車等は、車道に加えて、歩道や歩道橋、公園など移動可能エリアが広く、また、急な飛び出しや方向転換など行動予測が難しいため、自動車との事故低減のために歩行者・自転車の正確な位置情報を把握し、自動車へ伝えることが重要と考えられる。しかしながら、従来の GPS 等をベースにした位置計測技術では事故低減のための位置精度が不十分であり、より高い位置精度が求められる。本研究開発においては、歩行者や自転車の移動に起因した測位誤差の影響や、都市部のビル陰や高架橋下等、衛星を良好に捕捉できない環境も含めて一定の測位性能を達成するために、準天頂衛星システムによる高精度測位と、歩行者自律航法、マップマッチング技術を複合的に組み合わせることにより「高度位置精度技術」を構成し、その有効性を検証する。この高度位置精度技術について、携帯性を考慮したサイズ・電池持ちでの機能・性能実現性を検討するため、準天頂衛星受信機能を有する GNSS 測位専用端末、及び、スマートフォンに搭載する歩行者自律航法・マップマッチングによる高精度測位アプリケーションを試作評価する。

自動車と歩行者・自転車の交通事故回避のため、自動車、歩行者・自転車の現在位置情報の他、移動速度や移動方向、危険歩行状態（障害物乗り越え等の異常行動検出）を把握することが高精度な危険予測に繋がる。そのため、位置情報、加速度センサー等を利用した歩行者の状態判定、及び、これらを加味した危険判定機能を盛り込んだ歩行者の危険回避アプリケーションを検討・試作し、3 端末で構成する歩行者端末システムを用いた実証実験を通して位置精度を含めたシステムの成立性を検証する。

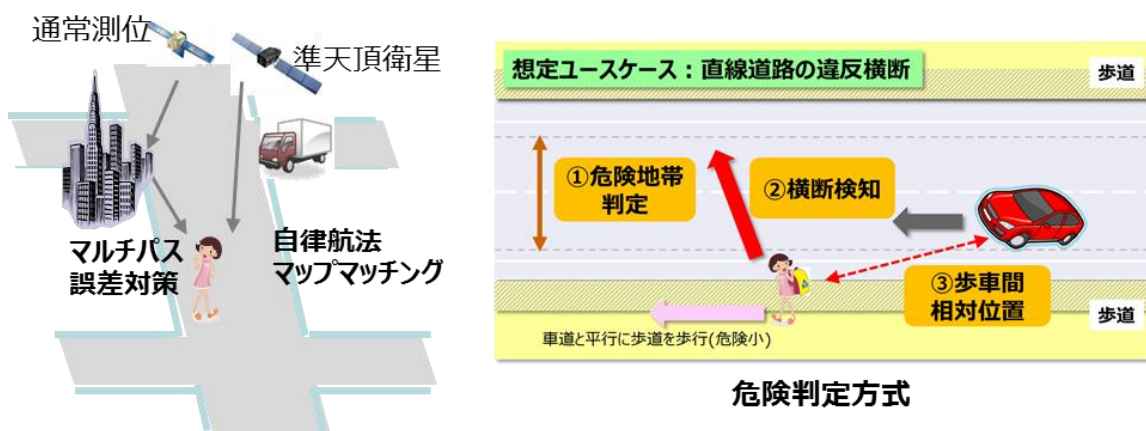


図 5-1 本研究開発における成果目標イメージ

## [平成 26 年度年次目標]

### 『準天頂衛星受信機能の開発』

自動車と歩行者・自転車の交通事故回避のためには、正確な位置情報を高い応答性で算出することが重要である。自動車と歩行者間の死亡事故が多く発生している「直進道路での違反横断」における歩行者の車道への飛び出し検出を考慮すると測位誤差を 1m 程度以内に抑える必要がある。また、自転車にて、例えば時速 18km で移動する場合、移動による測位誤差を 1m 以内に抑えるために 0.2 秒程度の応答性(衛星追尾時)が必要と考えられる。このような高精度、且つ、応答性に優れた測位機能を、携帯性を考慮したサイズ・電池持ちで実現するため、準天頂衛星が放送する補完信号 (L1-C/A : GPS との相互運用可能な信号)、及び、サブメータ級の補強信号 (L1-SAIF 補強メッセージ) を利用する方式を採用し、GNSS 信号受信に加えて、準天頂衛星が放送する L1-SAIF 信号受信、及び、これを利用した位置補正機能を有する GNSS 測位専用端末を試作開発する。

平成 26 年度においては、試作端末による機能確認、及び、測位精度、消費電流等に関する性能課題抽出を早期に行うことを主目的として、下記を成果目標とする。

- ① 準天頂衛星受信に対応した GNSS 測位専用端末を試作開発する。GNSS 測位専用端末とスマートフォンを Bluetooth または USB にて接続し、GNSS 測位専用端末で取得した位置情報をスマートフォンで読み込むための位置情報取得アプリケーションを開発する。本アプリケーションには、700MHz 帯通信端末と Bluetooth 接続により位置情報等のデータ伝送を行う機能も含める。
- ② GNSS 測位専用端末を用いて測位精度を確認する。試験環境としては、屋内に構築した GNSS 再放射系実験環境 (屋外アンテナで受信した衛星信号をケーブル経由で屋内へ引き込み、本信号を増幅して GNSS 受信機へ入力する実験装置)、実フィールドとしてオープンスカイ (周囲に遮蔽物のない上空の開けた環境) /ビル陰等、移動状態として静止 / 移動 (歩行、自転車) を考慮する。
- ③ GNSS 測位専用端末を用いて、GNSS 再放射系実験環境にて消費電流を確認する。
- ④ GNSS 測位専用端末-スマートフォン-700MHz 帯通信端末の接続検証を行い、位置情報等のデータ伝送が行えることを確認する。

## 6. 研究成果詳細

### 6.1. 歩行者端末システム

本研究開発で採用した歩行者端末システムは、原理・方式の開発と実証を主目的とし、前述の図 2-1 の通り、GNSS 測位専用端末、700MHz 帯通信端末、及び、これらを繋ぐスマートフォン、の合計 3 端末にて構成する。

#### 6.1.1. GNSS 測位専用端末

本研究開発における準天頂衛星測位性能検証に用いた GNSS 測位専用端末の諸元を表 6-1 に、外観（写真）を図 6-1 に示す。

表 6-1 GNSS 測位専用端末諸元

項目	諸元
対応衛星システム	GPS, GLONASS, QZSS(L1C/A, L1-SAIF, L1-SAIF+)
受信感度	・ C/A メッセージ復調 : GPS: -148dBm 以上、GLONASS: -145dBm 以上 ・ SAIF メッセージ復調 : -130dBm 以上 ・ C/A コード追尾 : -160dBm 以上 ・ SAIF コード追尾 : -142dBm 以上
動作時間	約 4 時間
アンテナ	GPS/GLONASS アンテナ内蔵
外部入力仕様	・ パッシブアンテナ入力対応 ・ 消費電流評価用端子対応 ・ Bluetooth ver2.1 ・ USB
外部出力仕様	NMEA 0183 4.00 対応



図 6-1 準天頂衛星対応 GNSS 測位専用端末

### 6.1.2. スマートフォン

下記要件を満たす唯一の端末として、サムスン電子製の GALAXY S5 を採用した。

- ・ 消費電力の測定を行うため、電池パックが取り外せること
- ・ Android™ OS 4.4（最新版）に対応、研究開発の全期間に渡り安全に使用できること
- ・ 携帯電話通信機能を有し、多くのキャリアで使用できること（SIM フリー端末）
- ・ Bluetooth 通信機能を有すること
- ・ 市販で広く販売されている端末であること（汎用スマートフォン）

### 6.1.3. 位置情報取得アプリケーション

本アプリケーションは、前述の図 2-1 に示した歩行者端末システムにおけるスマートフォンに搭載する Android™ アプリケーションであり、表 6-2 の機能を有する。また、開発したアプリケーションのユーザインタフェース画面を図 6-2 に示す。本アプリケーションの詳細仕様は後述の 9.1 節に示す。

表 6-2 位置情報取得アプリケーション 機能一覧

項目	機能詳細
位置情報取得機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ GNSS 測位専用端末と Bluetooth で接続、位置情報を取得</li> <li>・ GNSS 測位専用端末に対して制御コマンドを送信</li> </ul>
700MHz 帯通信端末との通信機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 位置情報を 700MHz 帯通信端末へ送信（送信周期可変）</li> <li>・ 700MHz 帯通信端末に対して制御コマンドを送信</li> </ul>
実験用機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ GNSS 測位専用端末データの画面表示、ログファイルへの出力</li> <li>・ 取得した位置情報をマップ上へ表示</li> <li>・ 取得データをクラウドサーバへ一括転送</li> </ul>



図 6-2 位置情報取得アプリケーション ユーザインタフェース画面



## 6.2. 準天頂衛星測位性能検証

### 6.2.1. 衛星測位の基礎情報

#### 6.2.1.1. GNSS 衛星から放送される情報

GNSS 衛星は、GNSS 受信機が位置を特定するために必要な情報を放送する。衛星が放送する主なデータを表 6-3 に示す。

表 6-3 測位衛星が放送する主なデータ

項目	内容
時刻情報	GNSS 衛星は高精度な時計を搭載しており、これを用いて電波の発信毎に発信時の正確な時刻を放送。
当該衛星の軌道情報 (エフェメリス)	電波を発信する測位衛星自身の正確な軌道データ。受信機は本データを用い、信号発信時点の当該衛星位置を把握。本情報の有効期間は短く、1 時間程度で更新。
全衛星の軌道情報 (アルマナック)	測位に利用可能な周回中の全衛星に関する軌道データ。受信機は本データを用い、測位衛星の大まかな位置を把握。本情報の有効期間は長く、1 週間程度で更新。
電離層による電波遅延等の補正データ	上空の電離層を電波が通過する際に発生する伝搬遅延等を補正するためのデータ。 準天頂衛星が放送する L1-SAIF 信号には GPS、及び、QZSS のクロック誤差・軌道誤差、電離層遅延、対流圏伝搬遅延等、誤差要因別に分けられた広域補正情報を含む。

#### 6.2.1.2. GNSS 受信機での測位手順

GNSS 受信機における一般的な測位手順を以下に示す。

- ① 適当な測位衛星を探索し、アルマナックを受信する。
- ② 受信したアルマナックから測位に最適な位置にある衛星を導出する。
- ③ 測位に必要な 4 機以上の衛星からエフェメリスを受信する。
- ④ 各エフェメリスデータから測位衛星の正確な位置を把握する。
- ⑤ 4 機以上の衛星の正確な位置を用いて、受信機の位置を特定する。

以上のような手順で測位を行うため、GNSS 受信機における測位所要時間は、表 6-4 に示すようにアルマナック、エフェメリックの入手状況により変化する。

表 6-4 GNSS 受信機における測位所要時間

条件	所要時間
アルマナック無し、エフェメリス無し (=Cold Start)	上記手順①から実施。所要時間 30 秒～1 分程度。
アルマナック有り、エフェメリス無し (=Warm Start)	上記手順②から実施。Cold Start より短縮。
アルマナック有り、エフェメリス有り (=Hot Start)	上記手順④から実施。所要時間は数秒。

### 6.2.1.3. GNSS 測位精度

衛星配置と測位精度の関係について、一般的には、4機以上の衛星が天空全体に高い位置で散らばっているほど測位精度は高くなり、受信機からみて殆ど同じ位置に固まっているほど測位精度は低下する。また、衛星の散らばり方が大きい場合でも、低仰角（水平線に近い角度）の位置にある衛星は、ビル等の遮蔽物により直接波が見えなくなるため、測位に利用可能な衛星数の低下により、測位精度が低下する場合がある。

その他、衛星測位にはマルチパスによる誤差も存在する。マルチパス（＝反射波）とは、衛星からの電波が高層ビル等の建物の壁面、丘陵の側面、地面等で反射して受信機に届く現象のことであり、直接波よりも長い距離を伝送されるため、マルチパスを測位に用いると実際の位置との間に誤差が生じてしまう（これをマルチパス誤差と呼ぶ）。

これ以外にも、太陽や月の引力に起因した衛星軌道のエフェメリスデータからのずれ、大気中での電波速度の遅延に起因した誤差、等の測位誤差要因がある。

#### [6.2.1 の参考文献]

位置情報の基本と技術（仕組みが見えるゼロからわかる） 谷口 功 著（翔泳社）  
電子航法研究所 “L1-SAIF 補強信号の技術実証実験” QZSS ユーザミーティング

## 6.2.2. 評価条件

本研究開発では、交通事故回避場面や、危険判定を誤り易いと想定される場面から測位実験場所を選定して、準天頂衛星を利用した測位精度の現状把握と課題抽出を実施した。

測位実験における共通条件を以下に示す。

- 測位実施時間帯：準天頂衛星を捕捉可能な時間  
「準天頂衛星システム(QZSS) みちびき データ公開ウェブサイト」のツール QZ-radar により、準天頂衛星の位置を把握可能 ([http://qz-vision.jaxa.jp/USE/ja/qz\\_radar](http://qz-vision.jaxa.jp/USE/ja/qz_radar))
- 補強信号：L1-SAIF 補強有り  
(衛星測位利用推進センター (SPAC) 生成補強情報発信時に計測)

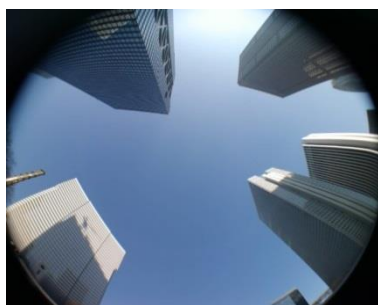
上記以外の評価条件を表 6-5 に示す。また、測位実験場所の一例を図 6-3 に示す。

表 6-5 測位評価条件

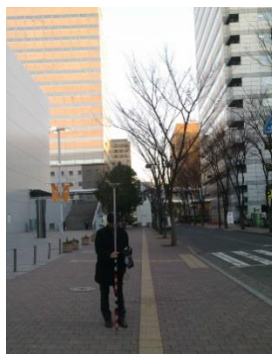
分類	場所	歩行者動作	端末保持状態	初期状態
反射波影響	開放地	静止/歩行	帽子上*1/胸ポケット内/カバン内	Hot Start
		自転車走行	帽子上	Hot Start
	市街地	静止/歩行	帽子上	Hot Start
	高層ビル街	静止/歩行	帽子上	Hot Start
高さ方向	歩道橋	歩行	帽子上	Hot Start
	高架道路上	静止	帽子上	Hot Start
遮蔽環境	車内	静止	手持ち	Hot Start
	建物の際(外側)	静止	帽子上	Hot Start
	建物の際(内側)	静止	机上放置	Hot Start
	高架道路下	静止	帽子上	Hot Start
TTF	開放地	静止	机上放置	Cold Start
固体ばらつき	再放射系*2	静止	机上放置	Hot Start

\*1 GNSS 測位専用端末のアンテナ向きを理想状態とするため、帽子上に端末を固定

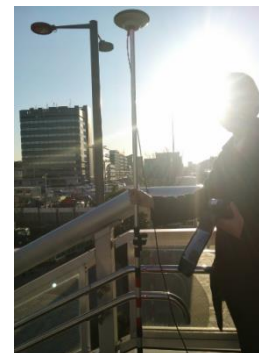
\*2 GNSS 再放射系実験環境：屋外アンテナで受信した衛星信号をケーブル経由で屋内へ引き込み、本信号を増幅して GNSS 受信機へ入力する実験環境



高層ビル街での測位



市街地での測位



歩道橋での測位

図 6-3 測位実験場所の一例

### 6.2.3. 評価結果

以降、前述の表 6-5 に示した評価条件に対する測位精度評価結果を示す。

#### 6.2.3.1. 反射波影響

##### 6.2.3.1.1. 開放地

###### 6.2.3.1.1.1. 静止

- ・ 試験場所：横浜市都筑区池辺町基準点  
(北緯 35.51319311°、東経 139.569435°)
- ・ 評価項目：水平誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
(端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：静止
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-5



図 6-4 試験場所

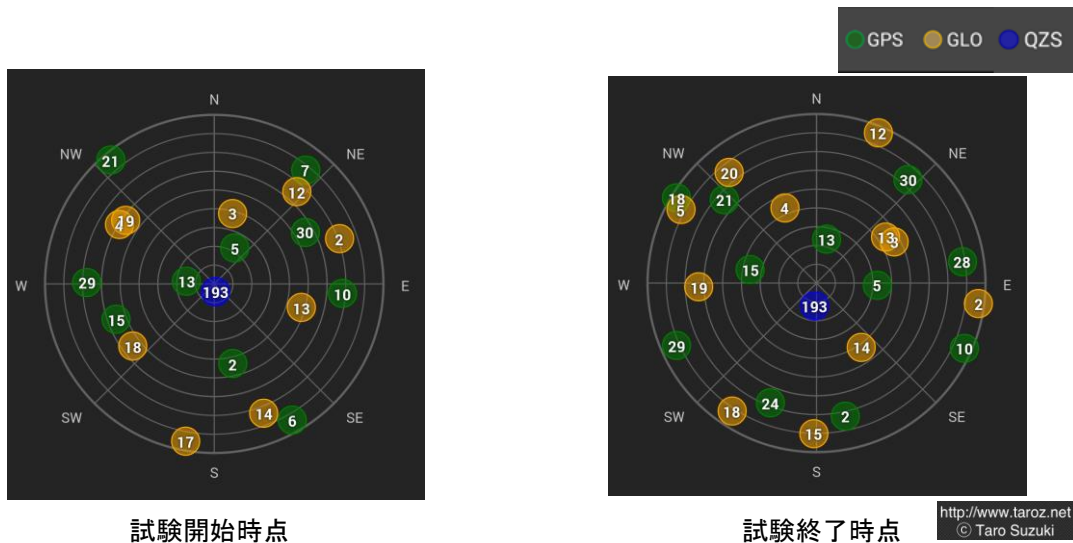


図 6-5 測位評価時の衛星配置

- ・ 評価結果：
  - a) 端末保持状態：帽子上固定 (評価結果は表 6-6 を参照)  
1.99[m](平均誤差)、3.97[m] (平均+2σ)  
開放地での測位結果としては、期待通りに良好な測位精度が得られた。

表 6-6 測位精度評価結果（水平誤差、帽子上固定）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	3.00	4.33	1.05	0.95	4.91
2 回目	2.68	6.64	0.80	1.14	4.95
3 回目	1.47	10.41	0.16	1.27	4.00
4 回目	1.35	3.95	0.30	0.78	2.90
5 回目	1.71	3.57	0.45	0.84	3.40
6 回目	1.70	5.97	0.38	0.97	3.64
平均	1.99	5.81	0.53	0.99	3.97

測位に利用した衛星信号の C/N 平均値 : +42dB

b) 端末保持状態 : 試験者の胸ポケット内 (評価結果は表 6-7 を参照)

3.88[m](平均誤差)、9.14[m] (平均+2 $\sigma$ )

帽子上固定状態に対して測位精度の劣化を確認した。測位精度劣化要因としては、測位専用端末のアンテナ面(指向性強)が天頂に対して概ね 90° であること、及び、人体による遮蔽の影響のため、利用可能な衛星が天球面の片側方向へ偏ってしまったこと、受信機における衛星信号の C/N(搬送波信号レベルとノイズの比)レベルが低下したことが考えられる。

表 6-7 測位精度評価結果（水平誤差、胸ポケット内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	2.11	15.68	0.77	1.56	5.23
2 回目	4.60	46.55	0.42	5.38	15.36
3 回目	3.04	10.00	0.82	2.26	7.57
4 回目	3.29	23.33	1.05	1.81	6.91
5 回目	2.46	4.56	0.30	0.98	4.42
6 回目	7.81	12.20	0.80	3.78	15.38
平均	3.88	18.72	0.70	2.63	9.14

測位に利用した衛星信号の C/N 平均値 : +29dB

c) 端末保持状態：カバン内（評価結果は表 6-8 を参照）

2.90[m](平均誤差)、6.47[m] (平均+2 $\sigma$ )

帽子上固定状態に対して測位精度は劣化するものの、ポケット内よりは良好な測位精度が得られた。測位精度劣化要因としては、測位専用端末のアンテナ面(指向性強)が天頂に対して 90° であることにより、利用可能な衛星が天球面の片側方向へ偏ってしまったことが考えられる。

表 6-8 測位精度評価結果（水平誤差、カバン内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	3.63	8.32	1.52	2.07	7.76
2 回目	1.80	7.36	0.72	0.76	3.32
3 回目	1.98	7.26	1.13	0.79	3.56
4 回目	5.09	17.54	0.21	4.67	14.43
5 回目	2.90	10.89	0.96	1.68	6.26
6 回目	1.99	3.05	0.15	0.75	3.50
平均	2.90	9.07	0.78	1.79	6.47

測位に利用した衛星信号の C/N 平均値：+38dB

### 6.2.3.1.1.2. 歩行

- ・ 試験場所：横浜市都筑区池辺町 A 地点⇔B 地点  
 A 地点：北緯 35.5132021°、東経 139.569433°  
 B 地点：北緯 35.514888°、東経 139.5710049°
- ・ 評価項目：水平誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
 (端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：A 地点～B 地点間の歩行(約 240m)
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-7



図 6-6 試験場所

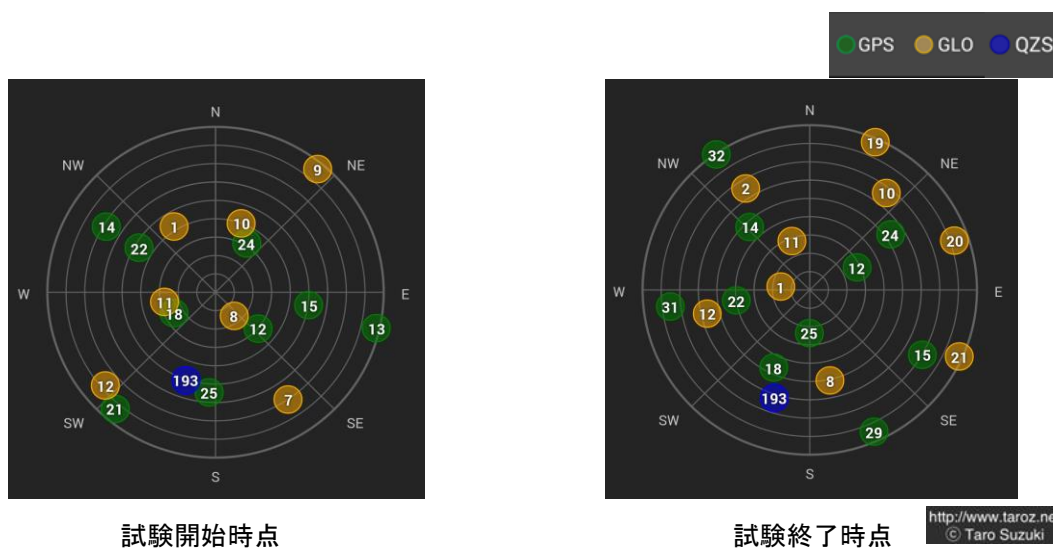


図 6-7 測位評価時の衛星配置

・ 評価結果：

a) 端末保持状態：帽子上固定（評価結果は表 6-9 を参照）

1.75 [m](平均誤差)、3.13[m] (平均+2 $\sigma$ )

開放地での測位結果としては、期待通りに良好な測位精度が得られた。

表 6-9 測位精度評価結果（水平誤差、帽子上固定）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
往路 1 回目	1.71	3.36	0.08	1.01	3.73
往路 2 回目	1.45	2.69	0.28	0.63	2.72
往路 3 回目	1.86	4.98	0.43	0.88	3.61
復路 1 回目	1.53	3.49	0.65	0.64	2.81
復路 2 回目	2.18	3.56	0.76	0.57	3.33
復路 3 回目	1.74	2.38	0.54	0.43	2.60
平均	1.75	3.41	0.46	0.69	3.13

測位に利用した衛星信号の C/N 平均値：+41dB

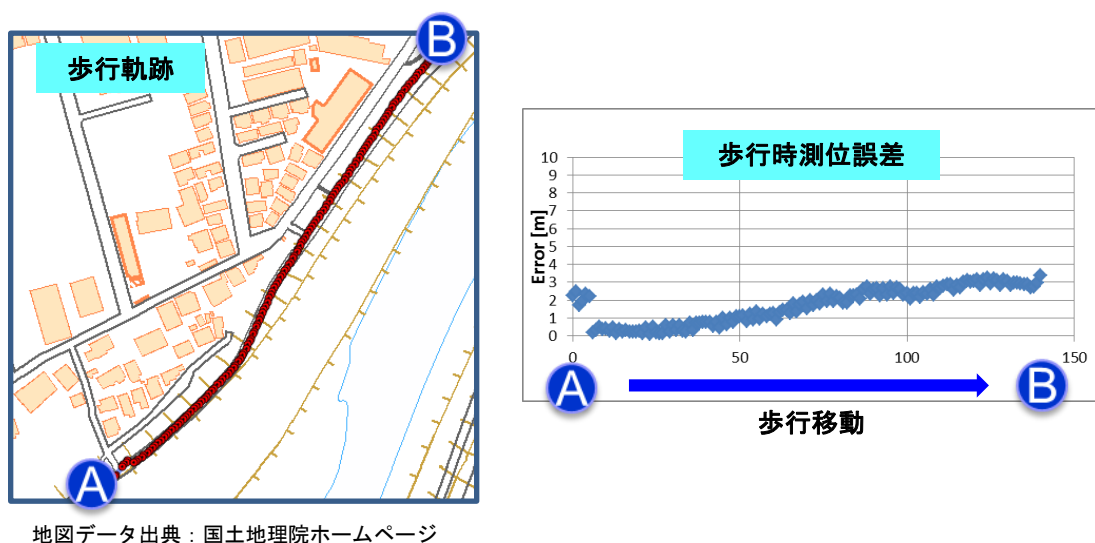


図 6-8 歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差（往路 1 回目）



b) 端末保持状態：試験者の胸ポケット内（評価結果は表 6-10 を参照）

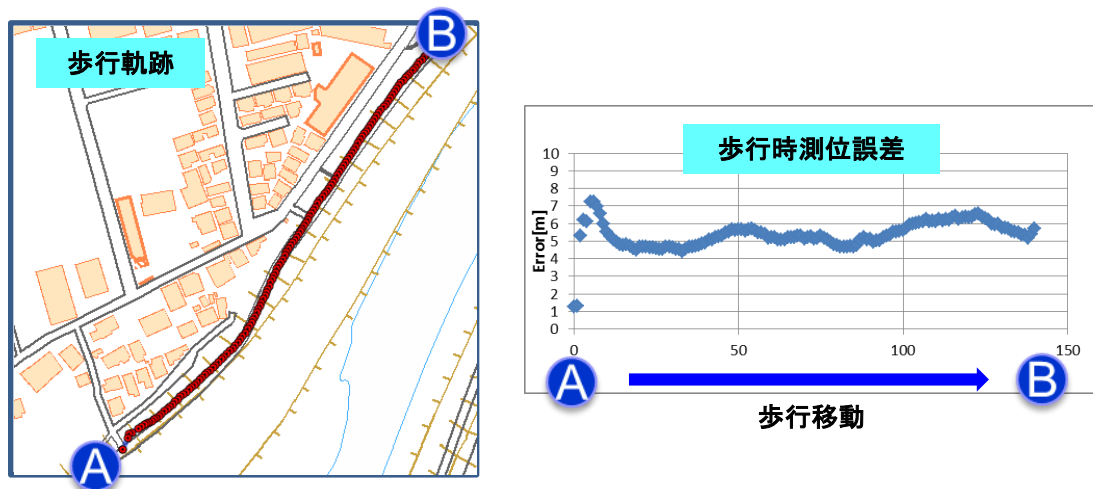
4.26[m](平均誤差)、6.65[m] (平均+2 $\sigma$ )

帽子上固定状態に対して測位精度は劣化するものの、後述の「カバン内」よりは良好な測位精度が得られた。測位精度劣化要因としては、測位専用端末のアンテナ面(指向性強)が天頂に対して概ね 90° であること、及び、人体による遮蔽の影響のため、利用可能な衛星が天球面の片側方向へ偏ってしまったこと、受信機における衛星信号の C/N(搬送波信号レベルとノイズの比)レベルが低下したことが考えられる。

表 6-10 測位精度評価結果（水平誤差、胸ポケット内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
往路 1 回目	5.36	7.24	1.28	0.79	6.94
往路 2 回目	5.29	7.88	1.27	1.33	7.95
往路 3 回目	3.94	7.26	0.68	1.96	7.86
復路 1 回目	3.54	5.80	0.74	0.82	5.17
復路 2 回目	2.52	7.71	1.19	1.41	5.33
復路 3 回目	4.90	6.87	0.28	0.86	6.63
平均	4.26	7.13	0.90	1.20	6.65

測位に利用した衛星信号の C/N 平均値：+34dB



地図データ出典：国土地理院ホームページ

図 6-9 歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差（往路 1 回目）

c) 端末保持状態：カバン内（評価結果は表 6-11 を参照）

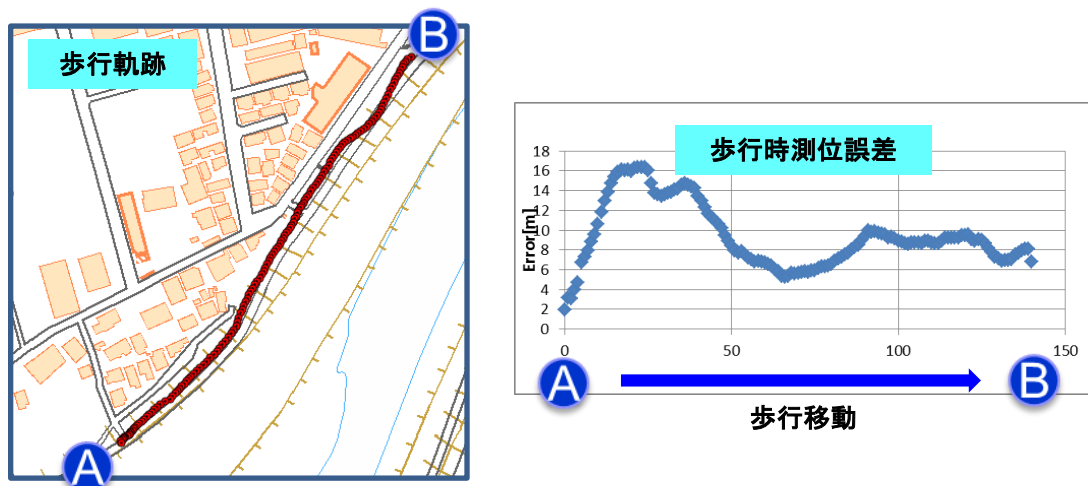
6.42[m](平均誤差)、9.77[m] (平均+2 $\sigma$ )

帽子上固定状態に対して測位精度の劣化を確認した。測位精度劣化要因としては、測位専用端末のアンテナ面(指向性強)が天頂に対して概ね 90° であること、及び、人体による遮蔽の影響のため(カバンを背負った状態で歩行)、利用可能な衛星が天球面の片側方向へ偏ってしまったこと、受信機における衛星信号の C/N レベルが低下したことが考えられる。

表 6-11 測位精度評価結果（水平誤差、カバン内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
往路 1 回目	9.36	16.34	1.98	3.27	15.90
往路 2 回目	7.70	10.55	1.10	1.43	10.56
往路 3 回目	4.98	7.73	1.90	1.16	7.29
復路 1 回目	9.26	12.94	0.87	2.64	14.55
復路 2 回目	4.33	6.30	2.20	0.69	5.71
復路 3 回目	2.89	4.86	0.54	0.88	4.64
平均	6.42	9.79	1.43	1.68	9.77

測位に利用した衛星信号の C/N 平均値：+34dB



地図データ出典：国土地理院ホームページ

図 6-10 歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差（往路 1 回目）

### 6.2.3.1.1.3. 自転車走行

- ・ 試験場所：横浜市都筑区池辺町 A 地点⇔B 地点  
 A 地点：北緯 35.5132021°、東経 139.569433°  
 B 地点：北緯 35.514888°、東経 139.5710049°
- ・ 評価項目：水平誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
 (端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：A 地点～B 地点間(約 240m) の  
 自転車走行中
- ・ 端末保持状態：帽子上固定
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-12



図 6-11 試験場所

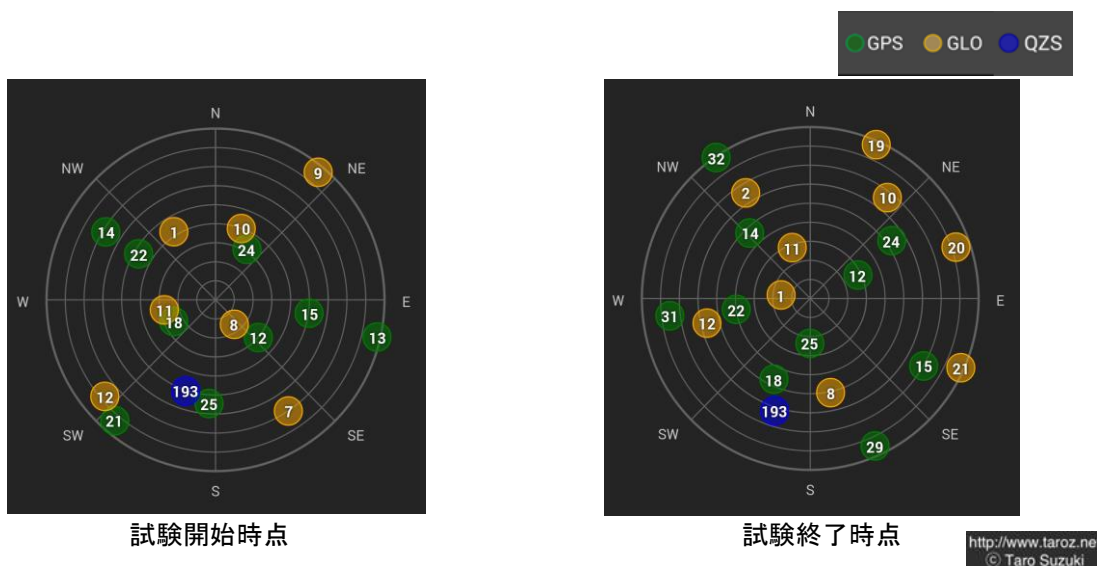


図 6-12 測位評価時の衛星配置

- ・ 評価結果：表 6-12 を参照

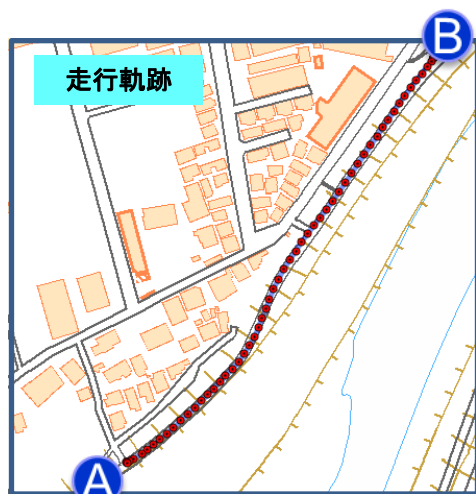
2.30 [m](平均誤差)、3.98 [m] (平均+2 $\sigma$ )

開放地での測位結果としては、期待通りに良好な測位精度が得られた。

歩行中の測位誤差(1.75 [m](平均誤差)、3.13[m] (平均+2 $\sigma$ ))に対しては多少劣化するが、静止時の測位誤差(1.99[m](平均誤差)、3.97[m] (平均+2 $\sigma$ ))とは同等のため、ここでは、測定ばらつきの範囲内と考える。

表 6-12 測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
往路 1 回目	1.70	3.14	0.77	0.51	2.72
往路 2 回目	1.76	4.90	0.27	1.12	4.01
往路 3 回目	3.02	4.03	0.70	0.80	4.63
復路 1 回目	2.16	3.44	0.60	0.67	3.50
復路 2 回目	3.22	4.74	0.59	1.01	5.24
復路 3 回目	1.92	4.47	0.51	0.93	3.78
平均	2.30	4.12	0.57	0.84	3.98



地図データ出典：国土地理院ホームページ

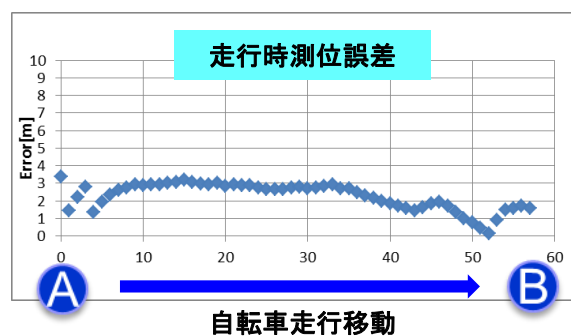


図 6-13 歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差 (往路 1 回目)

### 6.2.3.1.2. 市街地

#### 6.2.3.1.2.1. 静止

- ・ 試験場所：横浜市港北区新横浜  
(北緯 35.5118393°、東経 139.6193983°)
- ・ 評価項目：水平誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
(端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：静止
- ・ 端末保持状態：帽子上固定
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-15



図 6-14 試験場所



図 6-15 測位評価時の衛星配置

- ・ 評価結果：表 6-13 を参照  
12.48[m](平均誤差)、23.68 [m] (平均+2σ)

市街地の測位精度は、開放地に対して大幅に劣化することを確認した。

図 6-16 に試験開始から終了までの測位誤差、及び、使用衛星数の時間変化を示すが、受信機は静止していても衛星は時々刻々と移動しており、市街地においては、受信可能な衛星電波の状況が頻繁に変化するため、使用衛星数の変動(入替)が都度発生すると考えられる。使用衛星の入れ替えの際、マルチパス波の衛星電波を測位に利用する等により、測位精度が劣化したと考えられる。

表 6-13 測位精度評価結果（水平誤差、帽子上固定）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1回目	18.66	37.33	0.33	9.38	37.43
2回目	22.31	62.20	1.99	6.75	35.82
3回目	7.80	13.27	4.90	2.66	13.11
4回目	6.35	16.47	1.58	3.19	12.73
5回目	14.96	37.54	1.59	9.71	34.37
6回目	4.82	8.01	1.66	1.91	8.64
平均	12.48	29.14	2.01	5.60	23.68

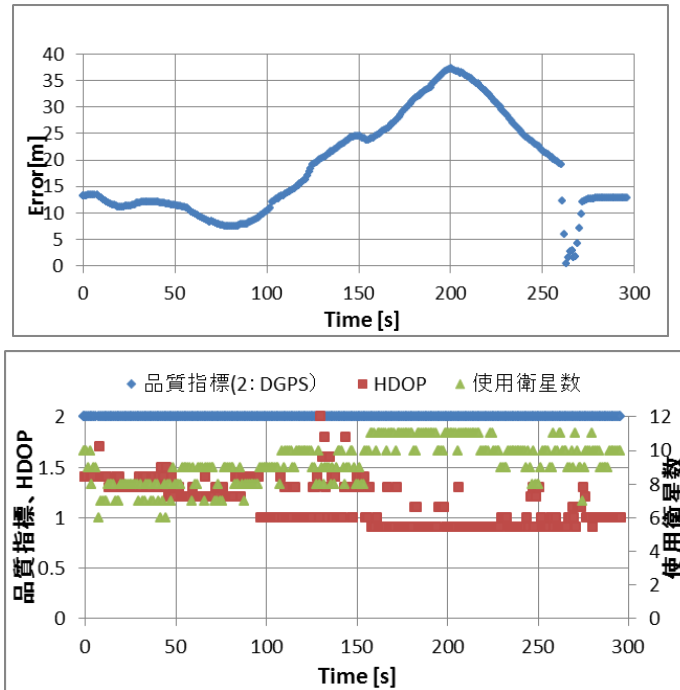


図 6-16 市街地での測位誤差（静止、1回目）

### 6.2.3.1.2.2. 歩行

- ・ 試験場所：横浜市港北区新横浜 A 地点⇒B 地点  
 A 地点：北緯 35.51187167°、東経 139.6193379°  
 B 地点：北緯 35.5095617°、東経 139.6163285°
- ・ 評価項目：水平誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
 (端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：A 地点～B 地点間(約 375m) の  
 歩行中
- ・ 端末保持状態：帽子上固定
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-18



図 6-17 試験場所

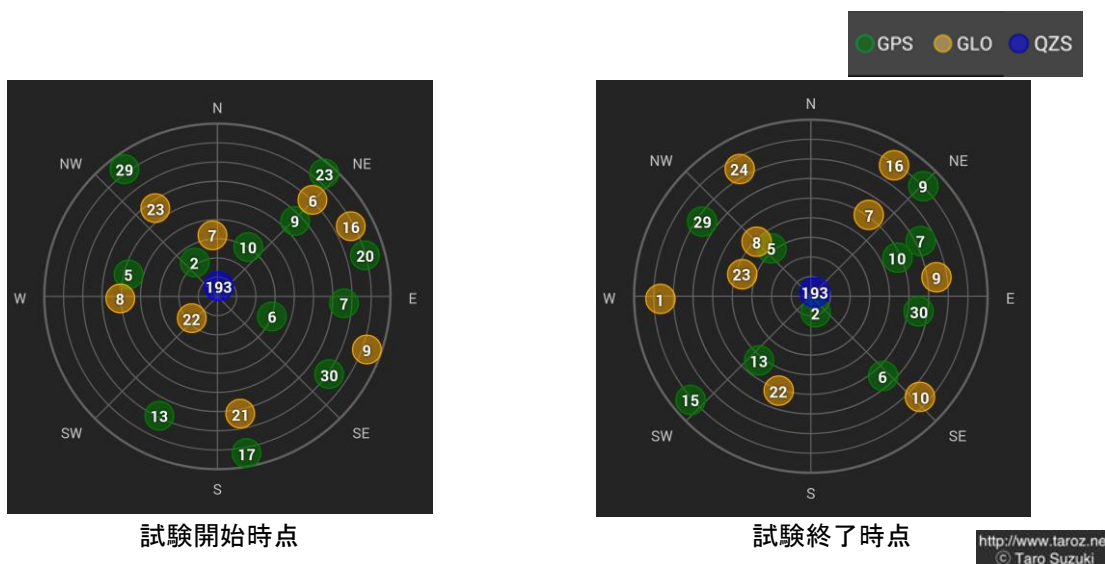


図 6-18 測位評価時の衛星配置



- ・ 評価結果：表 6-14 を参照

5.03 [m](平均誤差)、12.94 [m] (平均+2 $\sigma$ )

市街地の測位精度は、開放地に対して大幅に劣化することを確認した。

図 6-19 に試験開始から終了までの測位誤差、及び、使用衛星数の時間変化を示すが、市街地での歩行移動においては、建物等の遮蔽物により、受信可能な衛星電波の状況が頻繁に変化するため、使用衛星数の変動(入替)が都度発生すると考えられる。また、使用衛星の入れ替えの際、マルチパス波の衛星電波を測位に利用する等により、測位精度が劣化したと考えられる。なお、測位精度が静止時よりも良好な結果となったが、静止時よりも使用衛星数の変動(入替)が頻繁ではないことから、妥当な結果と考えられる。

表 6-14 測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	5.02	13.78	0.04	3.16	11.34
2 回目	6.32	22.87	0.03	5.95	18.23
3 回目	5.71	20.45	0.09	4.84	15.40
4 回目	3.07	8.41	0.00	1.86	6.78
平均	5.03	16.38	0.04	3.95	12.94

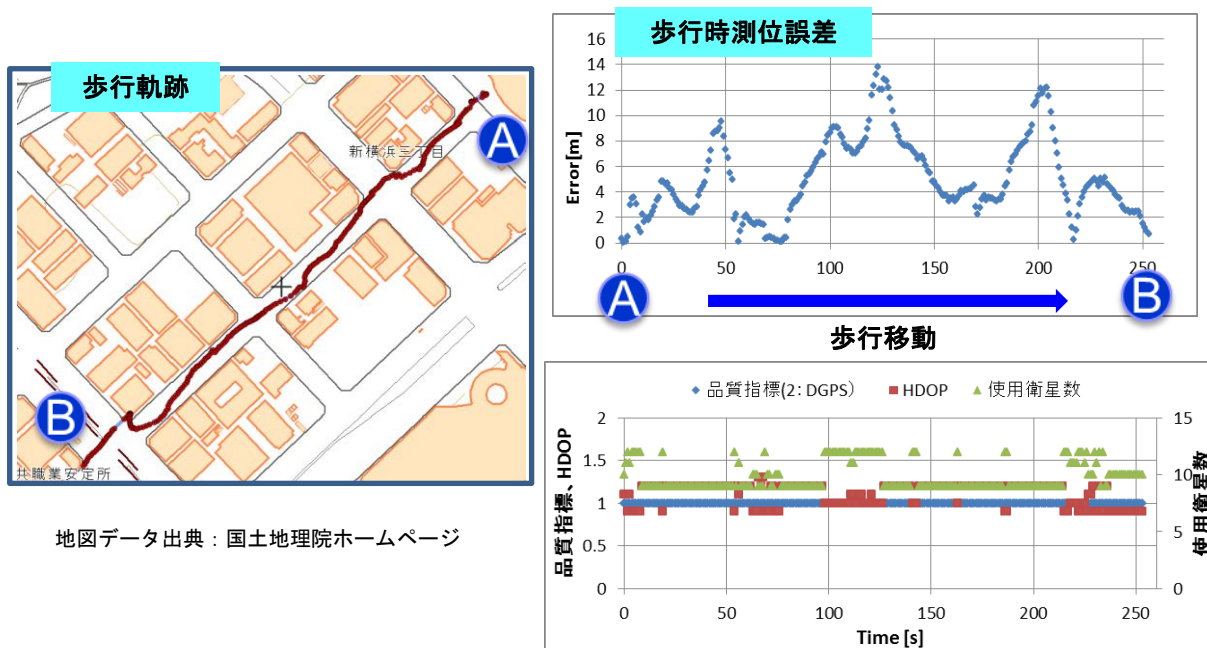


図 6-19 歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差 (1 回目)



### 6.2.3.1.3. 高層ビル街

#### 6.2.3.1.3.1. 静止

- ・ 試験場所：東京都区新宿二丁目  
(北緯 35.6917473°、東経 139.6901940°)
- ・ 評価項目：水平誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
(端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：静止
- ・ 端末保持状態：帽子上固定
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-21



図 6-20 試験場所



図 6-21 測位評価時の衛星配置

- ・ 評価結果：表 6-15 を参照  
16.90[m](平均誤差)、25.01 [m] (平均+2σ)

高層ビル街の測位精度は、市街地に対して劣化することを確認した。

図 6-22 に試験開始から終了までの測位誤差、及び、使用衛星数の時間変化を示すが、受信機は静止していても衛星は時々刻々と移動しており、高層ビル街においては、受信可能な衛星電波の状況が頻繁に変化するため、使用衛星数の変動(入替)が都度発生すると考えられる。使用衛星の入れ替えの際、マルチパス波の衛星電波を測位に利用する等により、測位精度が劣化したと考えられる。また、高層ビル街では市街地と比較して直接観測可能な測位衛星数が少なくなることも(低仰角の衛星は殆ど観測不可能)、測位精度の劣化要因となる。

2回目の評価結果が比較的良好となった点については、試験開始から終了までの使用衛星数の変動が頻繁ではない点が一要因と考えられるが、これは、当該評価時点における衛星配置やマルチパス誤差(誤差小)による影響であると推測している。

表 6-15 測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1回目	25.37	32.26	18.08	4.73	34.83
2回目	5.59	9.90	0.38	2.82	11.23
3回目	14.76	18.02	1.88	3.63	22.03
4回目	21.87	26.16	3.76	5.04	31.94
平均	16.90	21.59	6.02	4.06	25.01

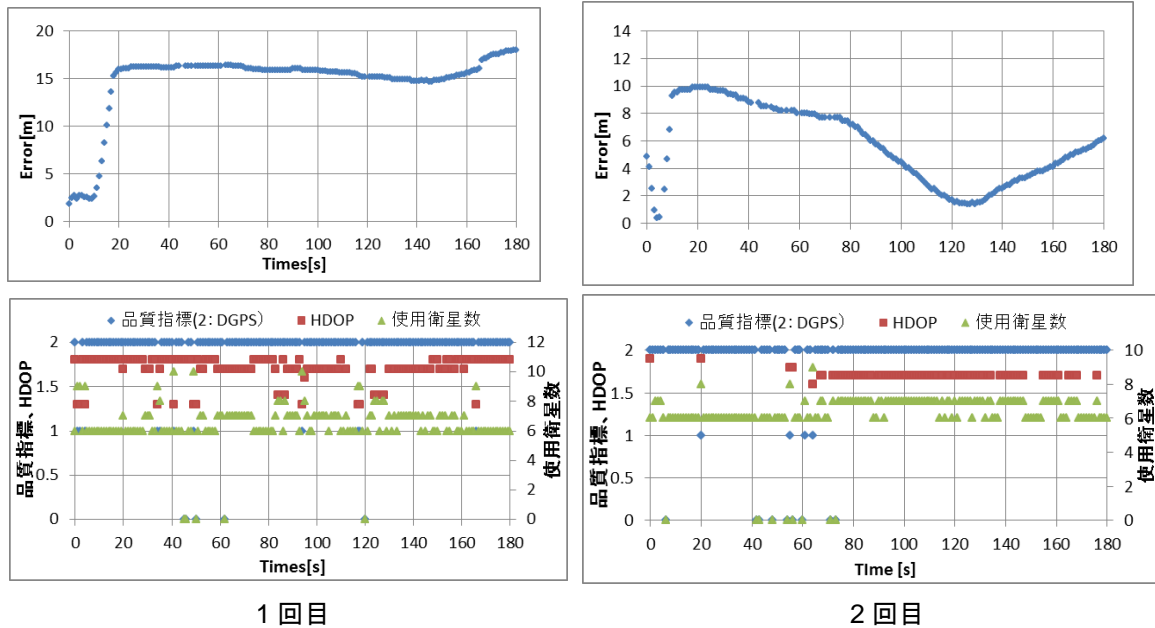


図 6-22 高層ビル街での測位誤差 (静止、1回目、2回目)

### 6.2.3.1.3.2. 歩行

- ・ 試験場所：東京都区新宿二丁目 A 地点⇒B 地点  
 A 地点:北緯 35.69180523°、東経 139.6901751°  
 B 地点:北緯 35.69246747°、東経 139.6942896°
- ・ 評価項目：水平誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
 (端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：A 地点～B 地点間(約 380m) の  
 歩行中
- ・ 端末保持状態：帽子上固定
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-24



図 6-23 試験場所

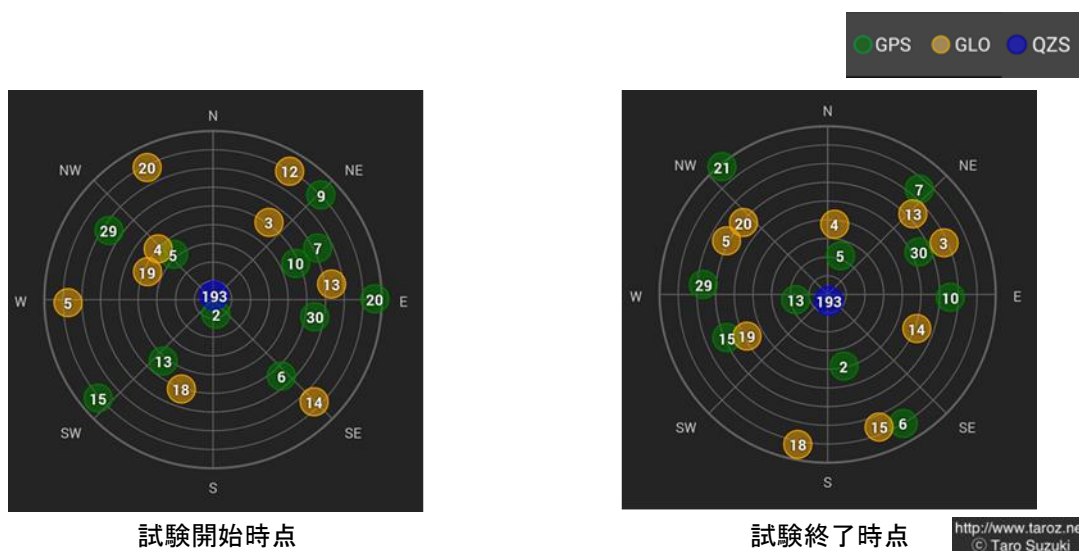


図 6-24 測位評価時の衛星配置

- ・ 評価結果：表 6-16 を参照

5.35 [m](平均誤差)、17.06 [m] (平均+2 $\sigma$ )

高層ビル街での測位精度は、市街地に対して劣化することを確認した。

図 6-25 に試験開始から終了までの測位誤差、及び、使用衛星数の時間変化を示すが、高層ビル街での歩行移動においては、建物等の遮蔽物により、受信可能な衛星電波の状況が頻繁に変化するため、使用衛星数の変動(入替)が都度発生すると考えられる(特に評価開始後 150[s]~220[s]付近)。また、使用衛星の入れ替えの際、マルチパス波の衛星電波を測位に利用する等により、測位精度が劣化したと考えられる。

高層ビル街では市街地と比較して直接観測可能な測位衛星数が少なくなることも(低仰角の衛星は殆ど観測不可能)、測位精度の劣化要因となる。

なお、測位精度が静止時よりも良好な結果となったが、静止時よりも使用衛星数の変動(入替)が頻繁ではないことから(特に評価開始から 150[s]位まで)、妥当な結果と考えられる。

表 6-16 測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	6.95	64.71	0.03	9.49	25.93
2 回目	6.26	20.69	0.01	5.49	17.24
3 回目	4.31	26.65	0.00	5.11	14.52
4 回目	3.86	16.00	0.02	3.33	10.53
平均	5.35	32.01	0.02	5.86	17.06

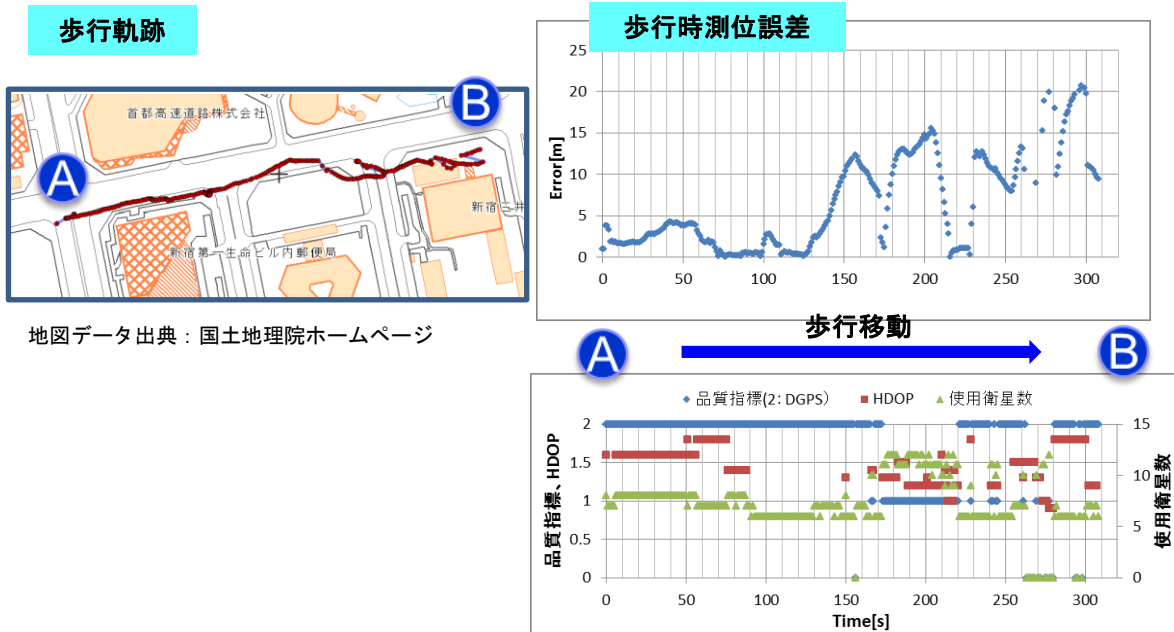


図 6-25 歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差 (1 回目)

- ・ 評価結果の詳細分析：

図 6-25 の歩行時測位誤差では、時刻 180 [s]付近から 210 [s]付近にかけて測位精度が大きく劣化している。この時間帯においては、使用衛星数の変動も頻繁なため、ここでは更に詳細にデータを分析する。

図 6-26 に各衛星の C/N 値の時間変動を示す。ここで、衛星番号 10 の衛星に着目すると、測位誤差が劣化する時間帯にて C/N 値が低下しているが、GNSS 測位専用端末のログから、この時間帯においても当該衛星を測位に利用していたことが判明している。

また、図 6-27、図 6-28 によると、衛星番号 10 の配置について、試験者の進行方向の概ね正面、仰角 40° 付近に位置しており、現地の地図、及び、現地進行方向の写真を含めて総合的に考えると、B 地点へ近づくに連れて高層ビル(C 地点)の影響により当該衛星からの直接波(C/N 高)が見えなくなり、その代わりにビル壁等からの反射波(C/N 低のためマルチパス波と推測)を衛星測位に利用したものと推測できる。

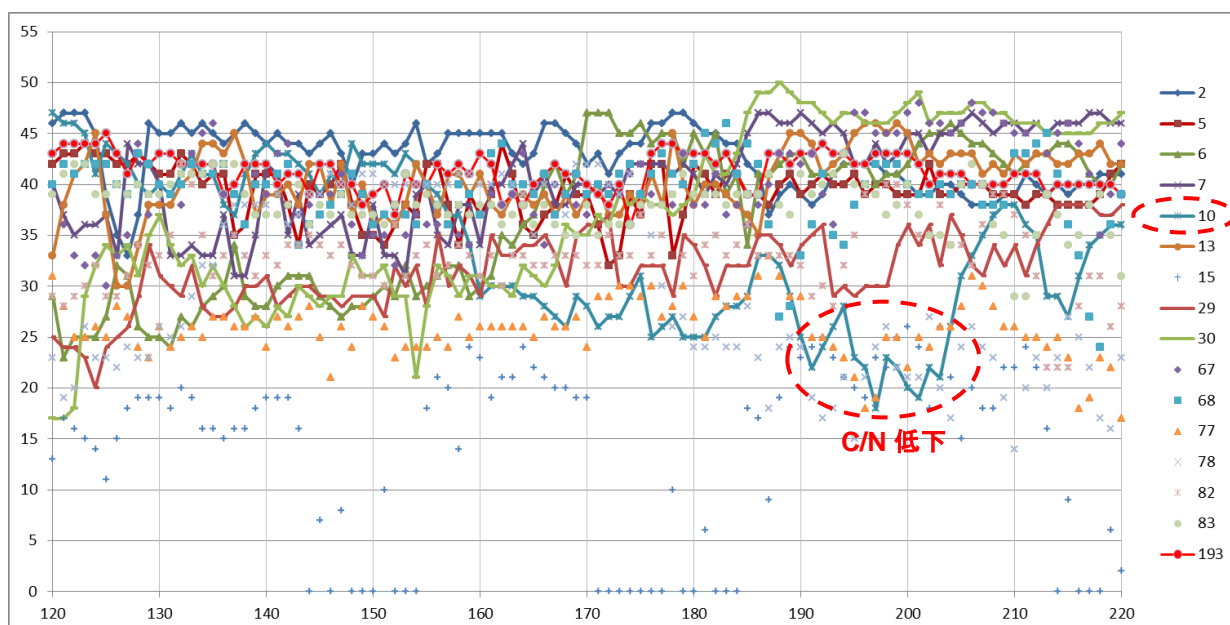
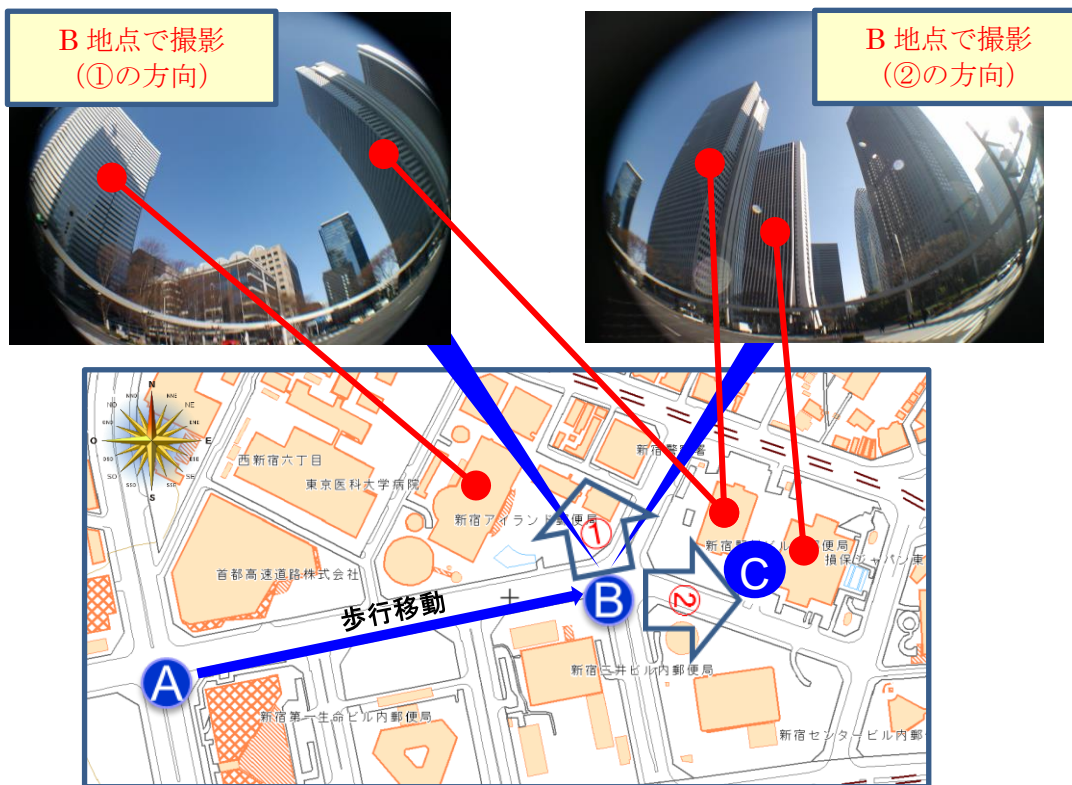


図 6-26 各衛星の C/N 値の時間変動 (歩行 1 回目)





図 6-27 測位評価時の衛星配置（測位精度劣化時間帯）



地図データ出典：国土地理院ホームページ

図 6-28 測位実験場所の補足情報

### 6.2.3.2. 高さ方向

#### 6.2.3.2.1. 歩道橋

##### 6.2.3.2.1.1. 歩行

- ・ 試験場所：横浜市港北区鳥山町 A 地点⇒B 地点  
A 地点(道路上) : 高度 8.3m  
歩道橋上 : 高度 13.3m  
B 地点(道路上) : 高度 8.3m
- ・ 評価項目：高度誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
(端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：歩行中
- ・ 端末保持状態：帽子上固定
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-30



図 6-29 試験場所

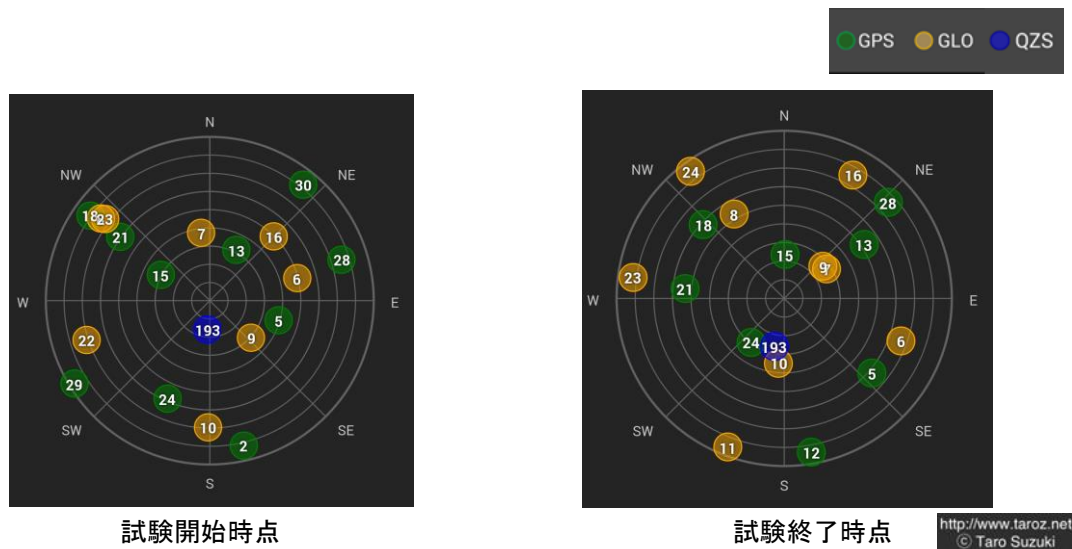


図 6-30 測位評価時の衛星配置

- ・ 評価結果：表 6-17 を参照  
-2.36 [m](平均誤差)、-15.65~10.93 [m] (平均±2σ)

測位衛星を利用して算出した高さ方向の測位結果については、歩道橋下、歩道橋上共に、誤差が大きく、このデータを基に高度を判定することは現実的ではない。一方で、スマートフォンに搭載されている気圧センサーの測定値を見ると、高さ方向の移動に対して気圧値が追従できていることから、高さ方向の判定には、気圧センサーの利用も視野に入れて検討すべきと考える。

表 6-17 測位精度評価結果（高度誤差、帽子上固定）

	高度誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均 $\pm 2\sigma$
1 回目	-0.65	-8.30	0.00	3.56	-7.77~6.48
2 回目	-3.20	-16.10	0.20	7.25	-17.70~11.31
3 回目	-0.50	16.50	0.14	8.06	-16.61~15.62
4 回目	-5.10	-20.60	0.37	7.71	-20.51~10.31
平均	-2.36	-7.13	0.18	6.64	-15.65~10.93

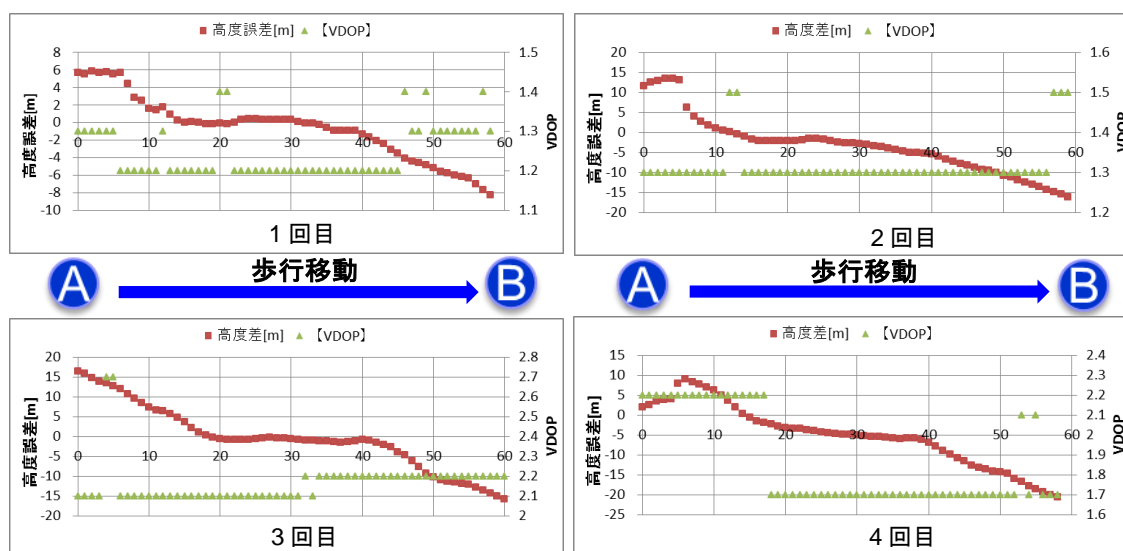


図 6-31 歩行時測位高度誤差

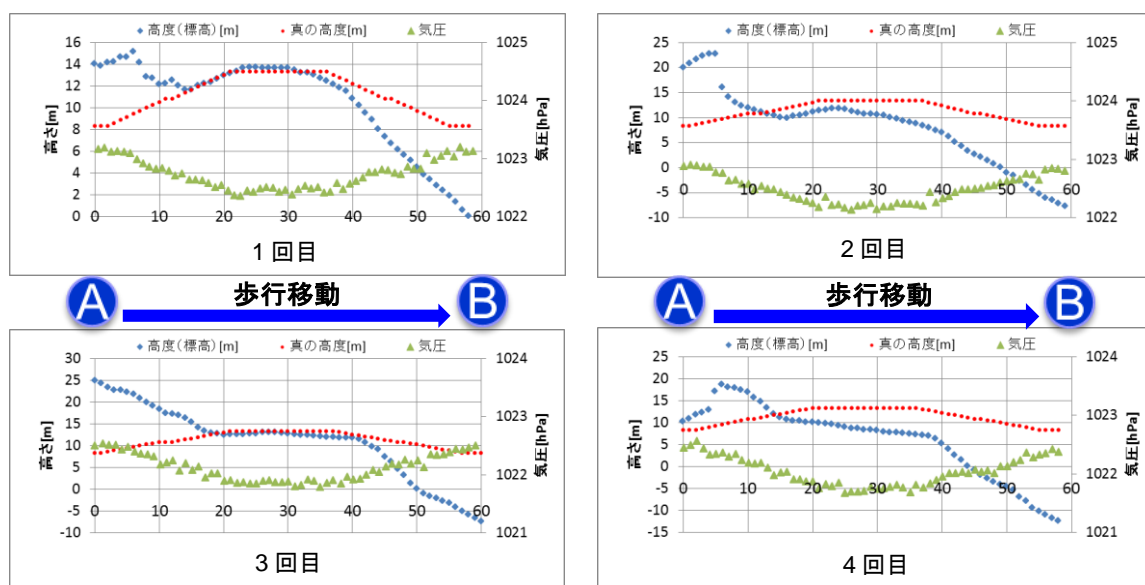


図 6-32 高度と気圧の関係



## 6.2.3.2.2. 高架道路上

### 6.2.3.2.2.1. 静止

- ・ 試験場所：横浜市都築区佐江戸町 鴨池大橋  
(北緯 35.51267545°、東経 139.5641543°、  
高度 16.6m)
- ・ 評価項目：高度誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
(端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：静止
- ・ 端末保持状態：帽子上固定
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-37



図 6-33 試験場所

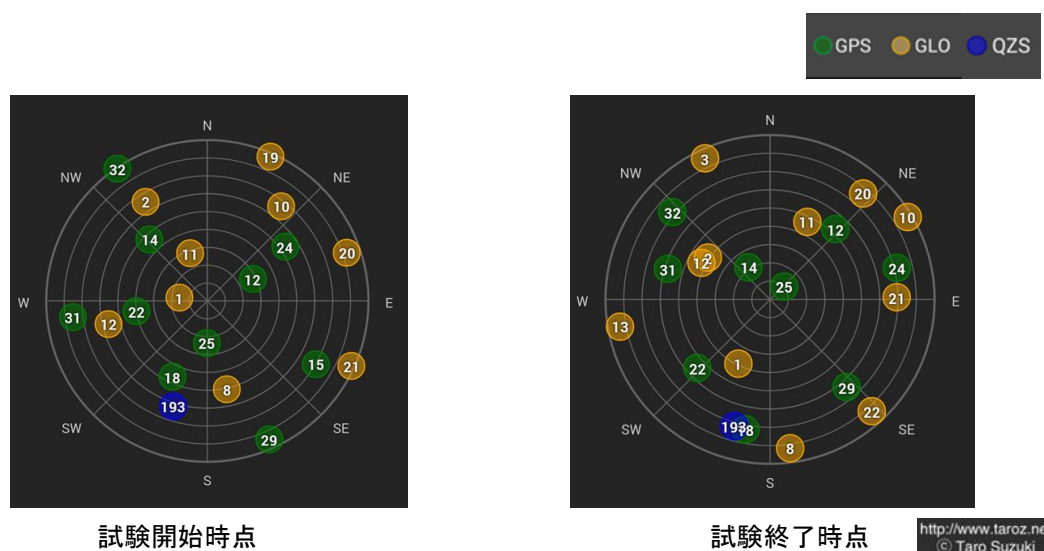


図 6-34 測位評価時の衛星配置

- ・ 評価結果：表 6-18 を参照

0.78 [m](平均誤差)、-10.92~12.49 [m] (平均 $\pm 2\sigma$ )

測位衛星を利用して算出した高さ方向の測位結果については、歩道橋歩行時の評価結果と同様に誤差が大きく、このデータを基に高度を判定することは現実的ではない。

なお、水平方向の誤差は、5.63m(平均誤差)、8.38m(平均+ $2\sigma$ )であり、開放地より劣化、市街地よりも良化、と実験場所としては妥当な結果であった。

衛星測位による高度方向の誤差は水平方向の誤差よりも大きくなるが、これは、水平方向の測位には周囲 360° いずれの方角の衛星も利用可能であることに対して、高度方向の測位には地面下の衛星を利用することは物理的に不可能なため、利用可能な衛星が周囲 180° 内(天空側半分)に限定されることに起因するものと考えられる。

また、静止状態において、高度の測定値が大きく変動しているのは、受信機は静止していても衛星は時々刻々と移動しており、受信可能な衛星電波の状況が頻繁に変化していることに起因するものと考えられる。

表 6-18 測位精度評価結果（高度誤差、帽子上固定）

	高度誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均 $\pm 2\sigma$
1回目	8.37	24.90	0.00	9.24	-10.11~26.85
2回目	4.50	25.50	0.10	6.94	-9.39~18.38
3回目	-3.55	-14.70	0.00	6.15	-15.86~8.75
4回目	-4.44	13.90	0.00	5.61	-15.66~6.78
5回目	1.20	8.00	0.00	4.26	-7.32~9.72
6回目	-1.38	-8.30	0.00	2.91	-7.19~4.43
平均	0.78	8.22	0.02	5.85	-10.92~12.49

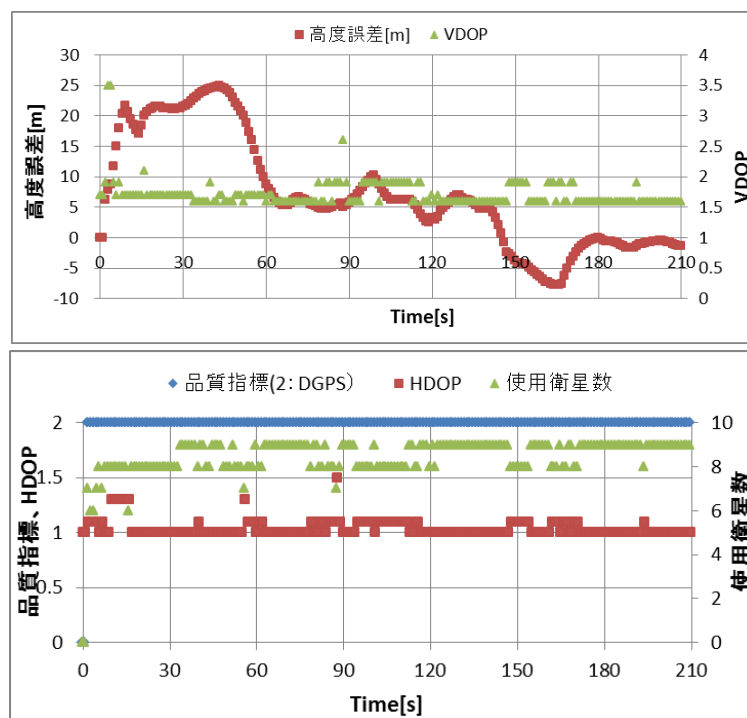


図 6-35 測位高度誤差（1回目）

### 6.2.3.3. 遮蔽環境

#### 6.2.3.3.1. 車内

##### 6.2.3.3.1.1. 静止

- ・ 試験のねらい：歩行者が車内(安全エリア)に居る場合、危険判定の対象外にすることが不要支援(=必要の無いケースで歩行者やドライバーへ危険を通知すること)の削減には重要である。そこで、歩行者がタクシー等に乗車した際、乗車に起因した測位精度の劣化に基づいて、歩行者が「乗車したこと=安全な車内に移ったこと」を検知可能か否かについて調査する。
- ・ 試験場所：横浜市緑区寺山町  
車内：北緯 35.4995846°、東経 139.5422030°  
車外：北緯 35.4995711°、東経 139.5422049°
- ・ 測位環境：開放地
- ・ 評価項目：水平誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
(端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：車外(静止)で 3 分測位  
⇒車に乗り込み、車内(静止)で 3 分測位、  
を繰り返し実施
- ・ 端末保持状態：手持ち固定
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-37



図 6-36 試験場所

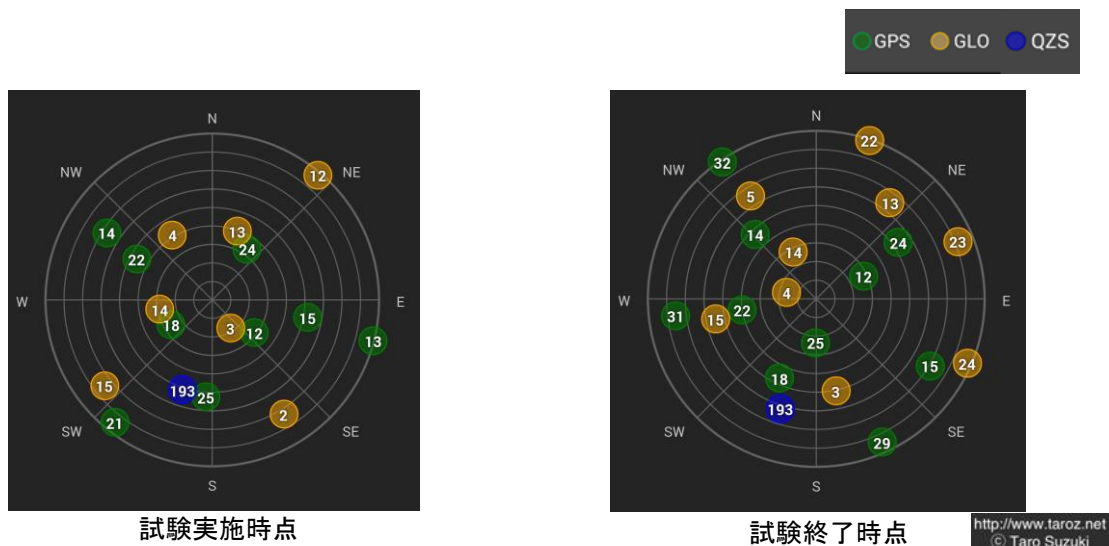


図 6-37 測位評価時の衛星配置

- ・ 評価結果：表 6-19、表 6-20 を参照

2.87[m](平均誤差)、3.73 [m] (平均+2 $\sigma$ )

開放地における車内の測位精度は、車外の結果に対して、平均誤差は多少劣化するが、平均+2 $\sigma$ については同等であり、車内であっても良好な精度で測位可能であることを確認した。

この結果から、例えば、歩行者がタクシーに乗車した際、乗車に起因した測位精度の劣化に基づき、歩行者が「乗車したこと=安全な車内に移ったこと」を検知することは難しいと考えられる。そのため、歩行者が「乗車したこと=安全な車内に移ったこと」を検知する別の手段が必要になると考えられる。

表 6-19 測位精度評価結果（車内 水平誤差、手持ち固定）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	2.62	2.95	1.98	0.18	2.98
2 回目	2.73	4.19	1.45	0.53	3.80
3 回目	5.27	6.38	4.48	0.42	6.11
4 回目	1.99	3.22	0.85	0.58	3.16
5 回目	1.74	2.95	0.46	0.43	2.60
平均	2.87	3.94	1.84	0.43	3.73

表 6-20 測位精度評価結果（車外 水平誤差、手持ち固定）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	3.44	5.99	1.36	1.65	6.74
2 回目	1.54	2.65	0.17	0.66	2.87
3 回目	1.08	3.56	0.17	0.91	2.91
4 回目	1.12	2.83	0.06	0.79	2.70
5 回目	1.70	4.60	0.50	0.70	3.09
平均	1.78	3.93	0.45	0.94	3.66

## 6.2.3.3.2. 建物の際(外側)

### 6.2.3.3.2.1. 静止

- ・ 試験のねらい：歩行者が車道に面した建物(自宅や店舗等)から飛び出すケースを想定し、その際の測位精度を調査する。
- ・ 試験場所：横浜市都築区佐江戸町  
屋外測定点 北緯 35.4995846°  
東経 139.5422030°
- ・ 評価項目：水平誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
(端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：屋外で測位⇒屋内移動(30s 程度)  
⇒屋外へ移動し、測定点で測位(静止)  
⇒屋内移動 を繰り返し
- ・ 端末保持状態：帽子上固定
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-39



図 6-38 試験場所  
(屋外測定点から上方を撮影)

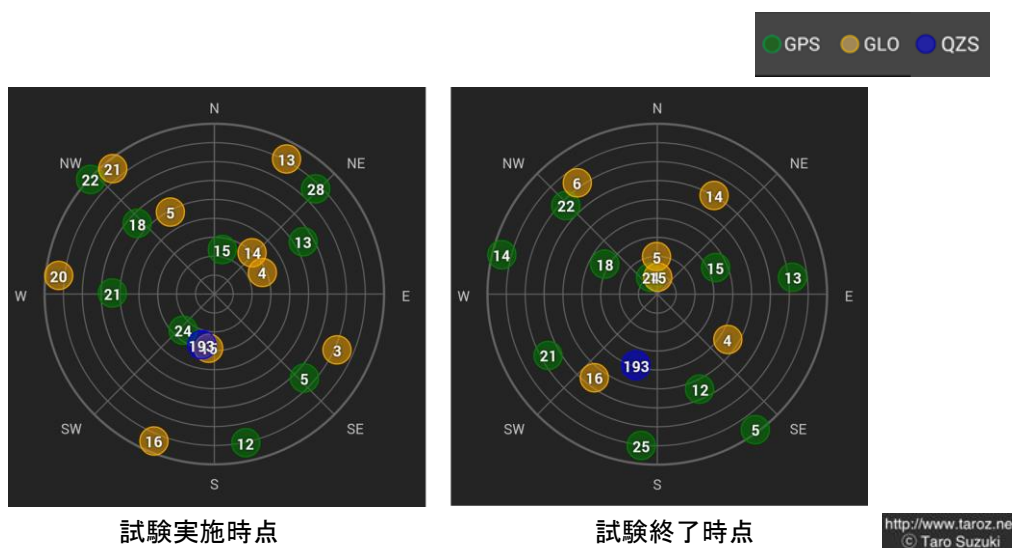


図 6-39 測位評価時の衛星配置

- ・ 評価結果：表 6-21 を参照  
3.98 [m](平均誤差)、9.31 [m] (平均+2 $\sigma$ )  
建物の際(屋外)における測位精度は、開放地に対して大きく劣化することを確認した。これは、屋内(衛星が見えない場所)へ一時的に移動したために、その後、屋外の測定点に移動直後の測位誤差が大きくなり(20[m]程度)、測位性能が安定するまで誤差の影響を受

け続けたことが原因である。屋外の測定点において、測位性能が安定するまでの時間(ここでは誤差 5m 程度となるまでの時間)は平均 10[s]程度も要するため、衛星測位のみでは、今回想定した建物からの飛び出しに対応することは難しい。従って、今回想定したユースケースに対応するためには、建物の出入り口付近に測位用の設備(例えば、Bluetooth ビーコン)を設置し、歩行者自律航法等の相対測位手段と複合的に組み合わせる等により、屋内-屋外間のシームレスな測位を実現することが必要になると考えられる。

表 6-21 測位精度評価結果 (水平誤差、手持ち固定)

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)					測位結果 安定時間[s] (測定点)
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$	
1 回目	2.86	19.56	1.07	2.71	8.27	10
2 回目	1.97	18.95	0.71	2.50	6.96	13
3 回目	4.63	31.76	0.54	4.63	13.90	11
4 回目	5.16	10.93	4.29	0.99	7.14	9
5 回目	4.69	23.90	1.65	3.22	11.13	15
6 回目	4.55	21.17	2.12	1.96	8.47	6
平均	3.98	21.05	1.73	2.67	9.31	10.7

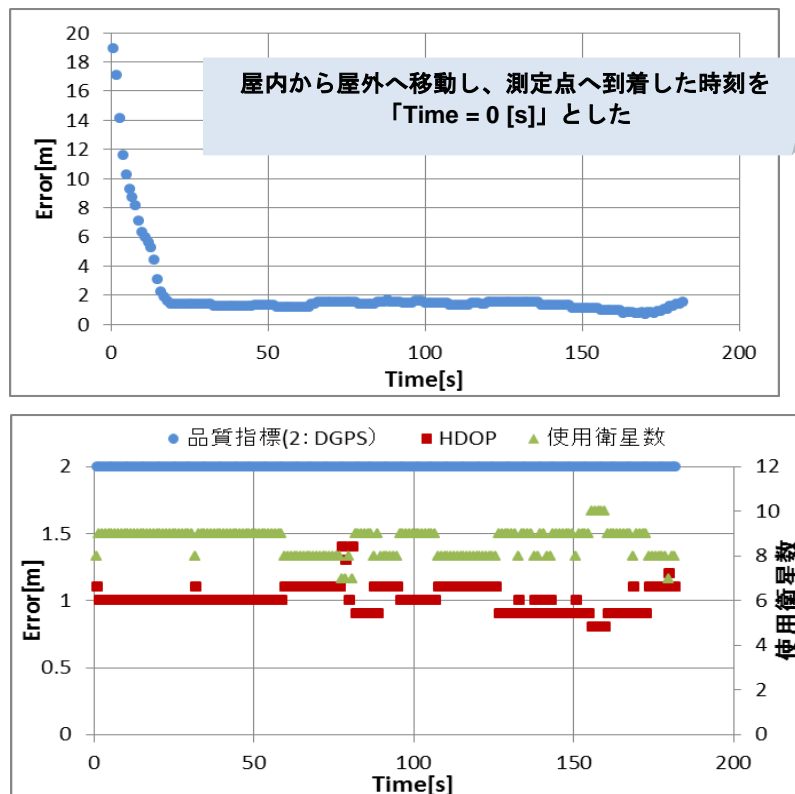


図 6-40 測位誤差 (静止、2 回目)



### 6.2.3.3.3. 建物の際(内側)

#### 6.2.3.3.3.1. 静止

- ・ 試験のねらい：歩行者が建物内(安全エリア：自宅、店舗、オフィス等)に滞在中の場合、危険判定の対象外にすることが不要支援の削減には重要である。そこで、歩行者が建物内に滞在中の測位精度に基づいて、歩行者が建物内に滞在中であることを検知可能か否かについて調査する。ここでは衛星測位が可能な場所として、窓際を試験場所を選定した。
- ・ 試験場所：横浜市都築区佐江戸町  
パナソニック S9 棟 3 階南側窓際  
(北緯 35.5123433°、東経 139.5633004°)
- ・ 評価項目：水平誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
(端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：静止
- ・ 端末保持状態：窓際に固定
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-42



図 6-41 試験場所

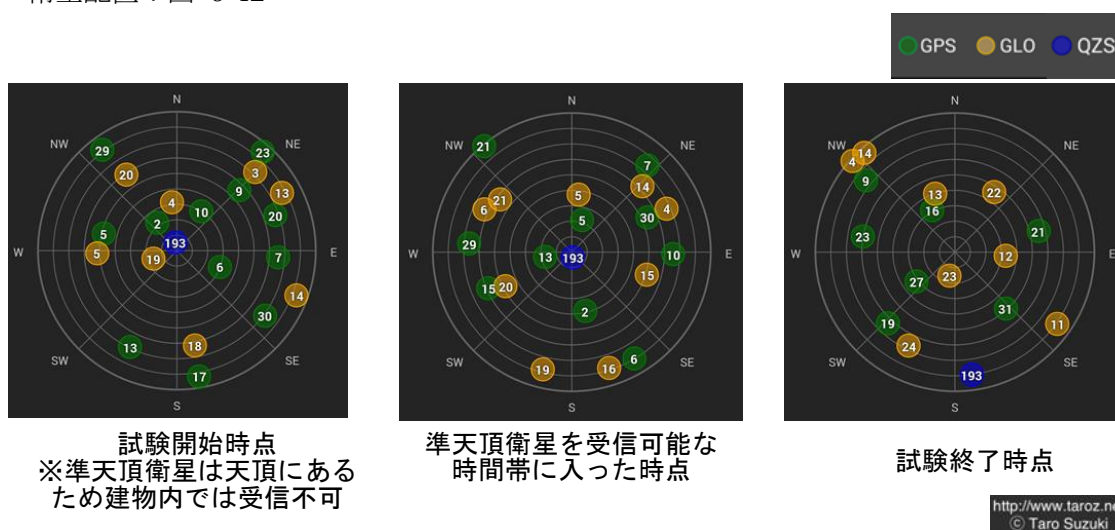


図 6-42 測位評価時の衛星配置

- ・ 評価結果：表 6-22 を参照  
22.54[m](平均誤差)、56.88 [m] (平均+2σ)  
建物内(窓際)の測位精度は、屋外(開放地)に対して大幅に劣化することを確認した。  
このような精度の測位結果を歩行者の位置情報として利用すると、屋内に滞在中にも関わらず、屋外の道路上に歩行者が存在すると誤判定されてしまうため、屋内に滞在中であることを判定する何らかの手段が必要である。  
例えば、準天頂衛星の観測状況によって判定する方法が考えられるが、準天頂衛星は常

に天頂付近を移動するのではなく、時間帯によっては低仰角の軌道を移動するため、建物内であっても準天頂衛星の電波を受信してしまうことがある(図 6-43 の最下図を参照)。そのため、準天頂衛星の有無により、単純に建物内か否かを判定するのではなく、準天頂衛星の軌道情報から天頂付近を移動中の時間帯を割出し、その時間帯にて準天頂衛星を受信できない場合は、建物内と判定する、といった対策が必要である。更に、屋外の庇(バス停等)や高架下等と区別するために、別条件との組み合わせにより判定する必要がある。

その他、特定の Wi-Fi アクセスポイントや Bluetooth ビーコンの電波を受信した場合には屋内に滞在中と判定する、といった方法も考えられるが、予めこれら機器の ID の調査や危険判定アプリケーションへの登録が必要である。

表 6-22 測位精度評価結果 (水平誤差、手持ち固定)

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
誤差[m]	22.54	106.38	0.19	17.17	56.88

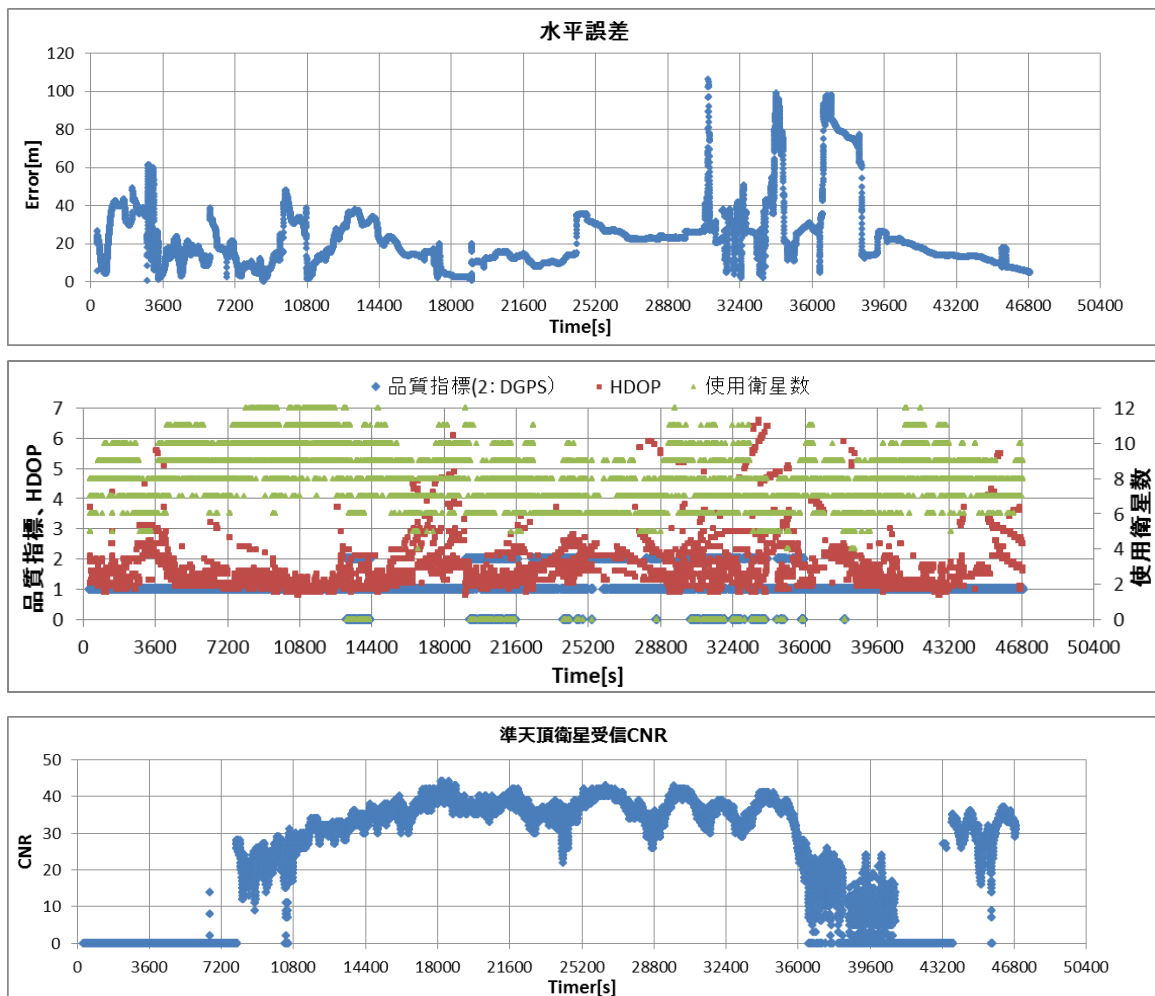


図 6-43 測位誤差 (建物内、窓際、静止)



### 6.2.3.3.4. 高架道路下

#### 6.2.3.3.4.1. 静止

- ・ 試験のねらい：衛星捕捉劣化環境として、高架道路下における測位精度を調査する。
- ・ 試験場所：横浜市都築区佐江戸町  
鴨池大橋高架下  
(北緯 35.51279167°、東経 139.5642333°)
- ・ 評価項目：水平誤差
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末  
(端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 歩行者状態：静止
- ・ 端末保持状態：帽子上固定
- ・ 初期状態：Hot Start
- ・ 衛星配置：図 6-45



図 6-44 試験場所

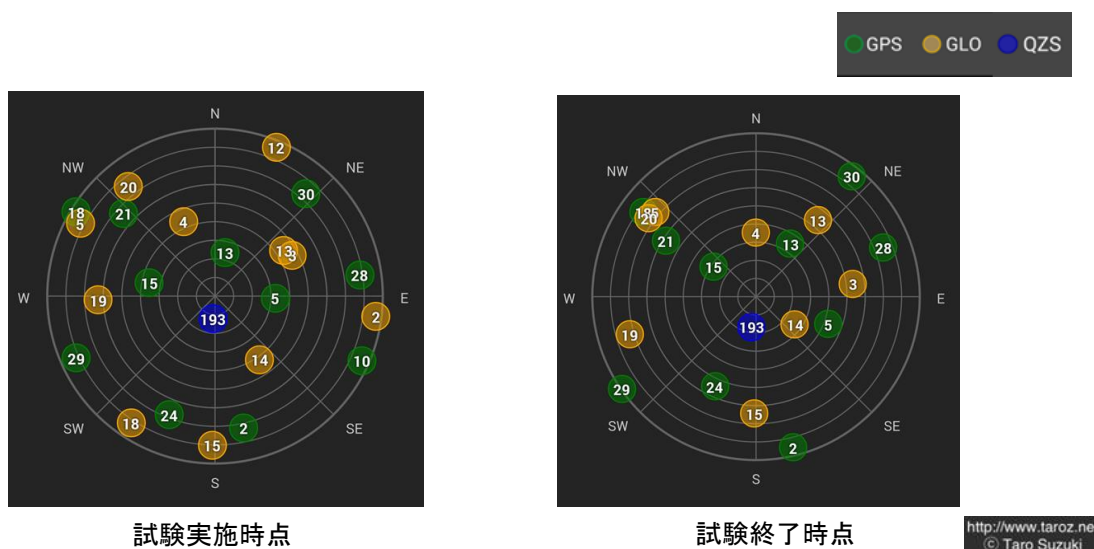


図 6-45 測位評価時の衛星配置

- ・ 評価結果：表 6-23 を参照

12.75[m](平均誤差)、16.98 [m] (平均+2 $\sigma$ )

高架道路下の測位精度は、開放地に対して大幅に劣化することを確認した。天頂付近の衛星を測位に利用できないことが精度劣化要因と考えられる。

図 6-46 に試験開始から終了までの測位誤差、及び、使用衛星数の時間変化を示すが、受信機は静止していても衛星は時々刻々と移動しており、受信可能な衛星電波の状況が頻繁に変化するため、使用衛星数の変動(入替)が都度発生すると考えられる。使用衛星の入れ替えの際、マルチパス波の衛星電波を測位に利用する等により、測位精度が劣化したと

考えられる。

測位精度の改善策としては、衛星測位と歩行者自律航法等の相対測位を複合的に組み合わせる方法が考えられるが、高架道路下に滞在する時間が長い場合も想定すると、高架道路下に測位用の設備(例えば、Bluetooth ビーコン)を設置することも有効である。

表 6-23 測位精度評価結果 (水平誤差、帽子上固定)

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	6.61	10.44	3.28	1.85	10.31
2 回目	10.44	13.01	7.09	1.87	14.18
3 回目	14.61	16.72	8.94	2.31	19.23
4 回目	19.33	22.11	15.75	2.43	24.20
平均	12.75	15.57	8.77	2.11	16.98

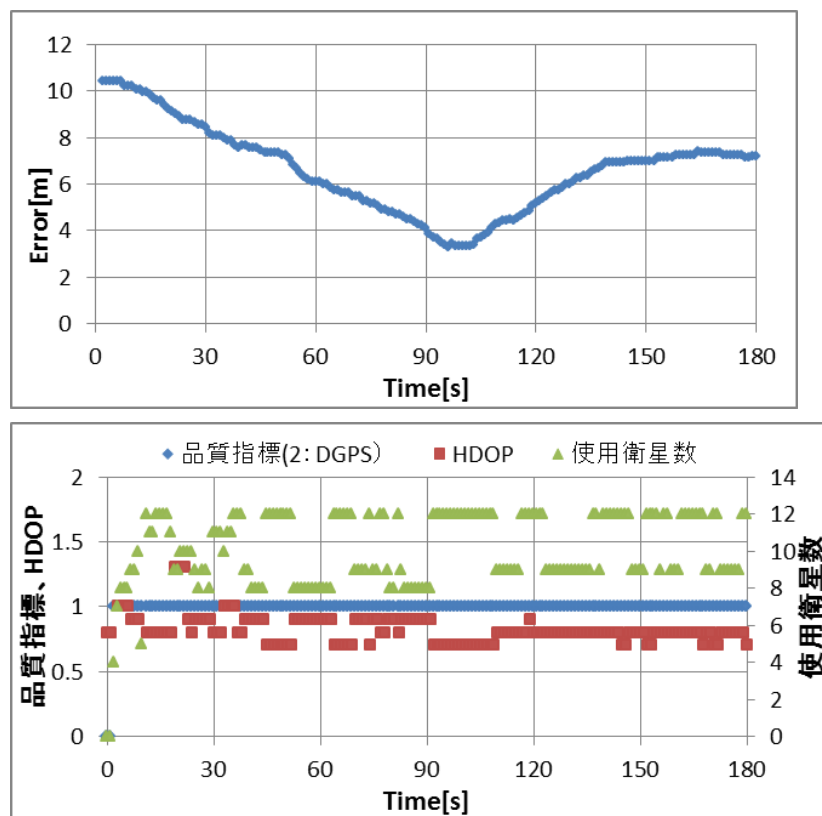


図 6-46 測位誤差 (静止、1 回目)

#### 6.2.3.4. TTFF (Time to First Fix)

- ・ 試験場所：GNSS 再放射系実験環境（横浜市都筑区佐江戸町 パナソニック構内）
- ・ 評価項目：TTFF [s]
- ・ 測定構成：制御 PC—GNSS 測位専用端末間 USB 接続
- ・ 歩行者状態：静止
- ・ 初期状態：Cold Start



図 6-47 実験環境（再放射系）

- ・ 評価結果：36.3 [s] (平均)  
TTFF として妥当な結果が得られ、固体ばらつきも概ね無いことを確認した。  
但し、Cold Start からの初回測位完了後、測位結果が安定するまでには更に時間が掛かるため、測位結果が安定するまでは歩車間通信サービスを有効化しない、極力 Cold Start を実行しないように衛星測位動作を停止しない、等の対策が必要である。

表 6-24 TTFF 評価結果

	TTFF [s]			
	端末 1	端末 2	端末 3	平均
1 回目	36	35	34	35
2 回目	38	37	39	38
3 回目	35	39	38	37.3
4 回目	37	37	32	35.3
5 回目	35	34	38	35.7
平均	36.2	36.4	36.2	36.3

### 6.2.3.5. 固体ばらつき

- ・ 試験場所：GNSS 再放射系実験環境（横浜市都筑区佐江戸町 パナソニック構内）
- ・ 評価項目：水平誤差
- ・ 測定構成：制御 PC—GNSS 測位専用端末間 USB 接続
- ・ 歩行者状態：静止
- ・ 初期状態：Hot Start



図 6-48 実験環境（再放射系）

- ・ 評価結果：  
表 6-25、表 6-26 に示した測位評価結果により、各試行回における測位精度について端末間での差は殆ど無く、平均誤差、平均+2 $\sigma$  共に端末間の平均に対して概ね $\pm 5\%$ 以内の範囲に収まっており、固体ばらつきは無いものと判断した。

表 6-25 測位精度ばらつき評価結果（水平誤差、平均誤差）

	位置誤差(平均誤差)[m] 括弧内は固体間平均からのズレ			
	端末 1	端末 2	端末 3	固体間平均
1 回目	5.77 ( 3.3%)	5.68 ( 1.6%)	5.31 (-4.9%)	5.58
2 回目	6.82 ( 1.3%)	6.82 ( 1.4%)	6.54 (-2.7%)	6.73
3 回目	3.87 ( 4.1%)	3.56 (-4.3%)	3.72 ( 0.2%)	3.71
4 回目	3.79 (-6.3%)	4.37 ( 7.9%)	3.98 (-1.6%)	4.05
5 回目	5.23 (-6.2%)	6.12 ( 9.8%)	5.37 (-3.6%)	5.57
6 回目	4.45 (-1.0%)	4.35 (-3.3%)	4.69 ( 4.3%)	4.50
平均	5.10	5.31	4.99	5.13

表 6-26 測位精度ばらつき評価結果（水平誤差、平均+2 $\sigma$ ）

	位置誤差(平均+2 $\sigma$ )[m] 括弧内は固体間平均からのズレ			
	端末 1	端末 2	端末 3	固体間平均
1 回目	9.23 ( 5.1%)	8.89 ( 1.3%)	8.22 (-6.4%)	8.78
2 回目	10.45 ( 1.5%)	10.15 (-1.3%)	10.27 (-0.2%)	10.29
3 回目	4.86 ( 2.4%)	4.53 (-4.6%)	4.85 ( 2.2%)	4.75
4 回目	7.91 (-3.9%)	8.78 ( 6.6%)	8.01 (-2.7%)	8.23
5 回目	8.98 (-1.8%)	9.35 ( 2.3%)	9.10 (-0.5%)	9.15
6 回目	7.50 ( 0.2%)	7.02 (-6.3%)	7.95 ( 6.2%)	7.49
平均	8.29	8.34	8.09	8.24

#### 6.2.4. まとめと今後の技術課題

本研究開発では、交通事故回避場面や、危険判定を誤り易いと想定される場面から測位実験場所を選定して、準天頂衛星を利用した測位精度を評価した。

結果として、理想的な測位環境(開放地、GNSS 測位専用端末のアンテナ上向き)において、準天頂衛星利用による測位の高精度化(平均誤差：2[m]、平均+2 $\sigma$ ：4 [m])を確認した。

但し、理想的な測位環境以外(開放地以外、GNSS 測位専用アンテナ向き変更)における測位精度の課題も見えてきており、歩車間通信システムの実用化に向けて対策が必要である。

今後の技術課題について、表 6-27 に示す。

表 6-27 今後の技術課題

課題	対策案	備考
測位に利用する衛星の入替が都度発生する市街地、高層ビル街での測位精度改善	マルチパス誤差への対策 (高仰角に配置された衛星のみ測位に利用、軌道パラメータから算出した衛星位置と測距結果からマルチパスを識別し、測位対象から除外)	本研究開発にて今後、部分的に実施予定
高さ方向の測位精度改善	気圧センサーの併用 (気圧センサーの相対値で高さ方向の変動を捉えることは可能だが、車の高度とのマッチング方法は課題)	実用化フェーズで検討
高架橋下等、衛星捕捉劣化環境における測位精度改善 (屋内からの飛び出しケースにも同様の課題)	歩行者自律航法、地図情報による補正(マップマッチング)、測位用基準点(Bluetooth ビーコン等)を複合的に組み合わせた測位技術の適用	本研究開発にて今後、部分的に実施予定
端末保持状態に起因する測位精度改善(C/N 劣化への対策)	アンテナの利得と指向性のバランス検討	実用化フェーズで検討
安全エリア誤判定に起因する不要支援の削減	車内、建物等の安全エリアを判定する手段の検討(Wi-Fi アクセスポイントや、Bluetooth ビーコン等利用)	本研究開発での検討可否を別途検討

### 6.3. GNSS 測位専用端末の消費電流確認

- ・ 試験場所：GNSS 再放射系実験環境（横浜市都筑区佐江戸町 パナソニック構内）
- ・ 評価項目：電池端での消費電流
- ・ 測定構成：スマートフォン-GNSS 測位専用端末（端末間は Bluetooth 接続）
- ・ 初期状態：Hot Start

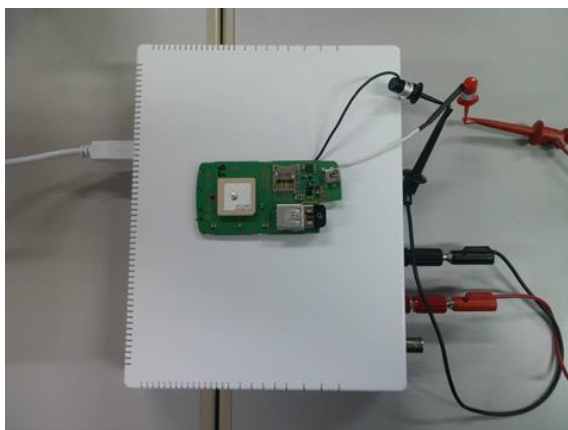


図 6-49 実験環境（再放射系）

- ・ 評価結果：  
GNSS 測位専用端末全体の消費電流について、衛星測位時、非測位時、Idle モード時、電源 OFF 時の状態別に測定を実施した。衛星測位時においては測位衛星の電波の強弱による消費電流の変動が無いことを確認した。また、状態別の消費電流については、衛星測位時>非測位時>Idle モード時>電源 OFF 時の順に消費電流が少なくなり、想定通りの結果が得られた。

表 6-28 消費電流評価結果

	衛星測位時			非測位時	Idle モード時	電源 OFF
	強電界	中電界	弱電界			
平均	89.8	91.8	92.3	79.4	56.4	0.13
最大	194.5	194.5	196.0	184.0	142.0	0.24
最小	58.0	59.0	59.0	48.5	29.0	0.04
使用衛星数	9~12	12	9~12	—	—	—
C/N レベル	48dB	44dB	37dB	—	—	—

[mA]

#### 6.4. GNSS 測位専用端末－スマートフォン－700MHz 帯通信端末の接続検証

- ・ 試験場所：課題 I 車車間通信、路車間通信の公道実証に歩端末追加実験として参画  
(名古屋市北区金城 3 丁目 大津通り)
- ・ 評価項目：GNSS 測位専用端末－スマートフォン－700MHz 帯通信端末の接続試験
- ・ 測定構成：GNSS 測位専用端末－スマートフォン－700MHz 帯通信端末  
(端末間は Bluetooth 接続)
- ・ 端末保持状態：手持ち固定
- ・ 初期状態：Hot Start



図 6-50 実験環境

- ・ 評価結果：

スマートフォンで受信した GNSS 測位専用端末の位置情報(スマートフォン測位ログ：上記①)と対向 700MHz 帯通信端末で受信した位置情報(700MHz 帯通信端末受信ログ：上記②)が整合していることを確認した。ログの抜粋を表 6-29、

表 6-30 に示す。スマートフォン測位ログの緯度・経度 (単位：度、分)、高度 (単位：m) を換算し、対向の 700MHz 帯通信端末受信ログの緯度・経度 (単位：0.0000001 度)、高度 (単位：0.1m) にそれぞれ対応していることを確認した。



表 6-29 スマートフォン測位ログ

	センテンスID	時刻	緯度	経度	品質指標	使用衛星数	HDOP	高度(標高)	ジオイド高
1	\$GPGGA	13238.02	3511.7370N	13654.1992E	2	8	0.9	18.9m	35.5M
2	\$GPGGA	13239.02	3511.7369N	13654.1992E	2	8	0.9	19.1M	35.5M
3	\$GPGGA	13240.02	3511.7369N	13654.1991E	2	8	0.9	19.3M	35.5M

表 6-30 700MHz 帯通信端末受信ログ

	共通サービス規格ID	メッセージID	Version	車両ID	Increment Counter	...	時	分	秒	緯度	経度	高度(0.1m)
1	0x01	0x01	0x01	0xf7aff2cf	0x14	...	10	32	39610	351956166	1369033199	189
2	0x01	0x01	0x01	0xf7aff2cf	0x1e	...	10	32	40607	351956149	1369033199	191
3	0x01	0x01	0x01	0xf7aff2cf	0x27	...	10	32	41567	351956149	1369033183	193

## 7. 研究発表などの成果

(1) イ) 高度位置精度技術の開発に関わる研究発表等の成果

26年度 特許出願は以下2件出願済みである。

- ・歩車間通信装置及び歩車間通信システム及び接近通知方法、国内、2015/03/16 出願
- ・車載端末装置及び歩車間通信システム及び軌跡表示方法、国内、2015/03/16 出願

表 7-1 研究成果一覧

	平成26年度	平成27年度	平成28年度	合計
査読付き誌上発表論文数	0件 ( 0件 ) 《 0件 》	0件 ( 0件 ) 《 0件 》	0件 ( 0件 ) 《 1件 》	0件 ( 0件 ) 《 1件 》
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	0件 ( 0件 ) 《 0件 》	0件 ( 0件 ) 《 0件 》	0件 ( 0件 ) 《 1件 》	0件 ( 0件 ) 《 1件 》
その他の誌上発表数	0件 ( 0件 ) 《 0件 》	0件 ( 0件 ) 《 1件 》	0件 ( 0件 ) 《 1件 》	0件 ( 0件 ) 《 2件 》
口頭発表数	1件 ( 0件 ) 《 0件 》	0件 ( 0件 ) 《 1件 》	0件 ( 0件 ) 《 1件 》	0件 ( 0件 ) 《 2件 》
特許出願数	2件 ( 0件 ) 《 2件 》	0件 ( 0件 ) 《 2件 》	0件 ( 0件 ) 《 1件 》	0件 ( 0件 ) 《 6件 》
特許取得数	0件 ( 0件 ) 《 0件 》	0件 ( 0件 ) 《 0件 》	0件 ( 0件 ) 《 0件 》	0件 ( 0件 ) 《 1件 》
国際標準提案数	0件 ( 0件 ) 《 - 》	0件 ( 0件 ) 《 - 》	0件 ( 0件 ) 《 - 》	0件 ( 0件 ) 《 - 》
受賞数	0件 ( 0件 ) 《 - 》	0件 ( 0件 ) 《 - 》	0件 ( 0件 ) 《 - 》	0件 ( 0件 ) 《 - 》
報道発表数	0件 ( 0件 ) 《 0件 》	0件 ( 0件 ) 《 1件 》	0件 ( 0件 ) 《 1件 》	0件 ( 0件 ) 《 3件 》
報道掲載数	0件 ( 0件 ) 《 - 》	0件 ( 0件 ) 《 - 》	0件 ( 0件 ) 《 - 》	0件 ( 0件 ) 《 - 》

括弧内件数は海外における取組分の内数。《》内は計画件数。

(注1) W3C、ISO等での発表数含む。

(注2) 報道発表には展示会での発表、総務省主催の成果発表も含む。

(2) イ) 高度位置精度技術の開発に関わる特許

特許出願を実施するにあたって、歩車間通信において測位、危険判定について特許調査 311 件を調査し、以下 38 件の関連特許を抽出した。その上で、本研究開発とその事業化に向け有効と思われる特許 2 件の出願を実施した。

以下が関連特許 38 件となる。

表 7-2 関連特許一覧

出願番号	出願日	登録日	出願人・権利者名	発明の名称	要旨
特願 2000 -228 207	2000 .07.2 8		本田技研 工業株式 会社	移動体 用警報 システム	【要約】【課題】電話システムと類似の機能部分の共用化によって構築費用を軽減すると共に、警報の効果を高めた移動体警報システムを提供する。【解決手段】本発明の移動体用警報システムは、複数の移動体 (V1,V2,V3・・・) と、これら各移動体の安全に関する警報を発する固定装置とから成る。そして、このシステムにおいては、所定の箇所に向けて互いに近接して移動中の複数の移動体 (V1~V4) のそれぞれに対し相互の位置関係に応じて異なり得る内容の警報が固定装置からの警報に基づき発せられる。
特願 2001 -381 71	2001 .02.1 5		株式会社 日立製作 所	通行障 害通報 システム	【要約】【課題】歩行者や運転者を含む通行者が、事故にあった場合又は事故にあう可能性が高いと判断される状態にある場合には、その旨を該通行者自身あるいは他の通行者へ通知する。【解決手段】通行者自身の情報や通行者の道路周辺の情報を入力するユーザ情報入力部 101、環境情報入力部 102 と、これら入力された情報を記録する環境記録部 106 と、入力された情報をもとに当該通行者がさらされている状況を認識する環境認識部 104 と、認識された環境状態における危険の度合いを判定する危険度判定部 105 と、判定された危険度に応じて警報を出す警報部 108 とを備えている。
特願 2002 -371 605	2002 .12.2 4	2008 .03.2 1	株式会社 豊田中央 研究所;株 式会社ト ヨタ名古	危険感 受度推 定装置、 安全運 転評価	【要約】【課題】運転者が主観的に感じる危険感受度を定量的に推定する。【解決手段】危険感受度推定部 23 は、光学式センサ 11a、11b、アクセルポジションセンサ 12、マスタシリンダ圧センサ 13、操舵角センサ 14 からのそれぞれのセンサ出

			屋教育センター	装置及び警報装置	力と、自車位置データベース15及び前方障害物データベース16を参照して、時間tにおける運転者の危険感受度 $R \downarrow t$ を計算する。
特願 2003 -649 92	2003 .03.1 1		株式会社 デンソー	車両用 歩行者 衝突危 険判定 装置	【要約】【課題】装置の高度化を抑止しつつ、歩行者が突発的な移動状態急変動作を行っても衝突保護性を確保可能な車両用歩行者衝突危険判定装置を提供すること。【解決手段】検出あるいは受信あるいは演算して得た歩行者の位置P1と自車位置との間の相対位置関係と自車速度とから、自車1と歩行者2との衝突危険性を判定するに際し、自車1の側面の予想軌跡（車側延長線とも言う）30、31により設定した車幅ゾーン3の両側に、歩行者2の突発的な移動状態急変動作の最大値としての所定値である最大移動速度に基づいて決定した歩行者突発移動ゾーン4を設定し、これら車幅ゾーン3及び歩行者突発移動ゾーン4を衝突危険ゾーン内に歩行者が位置する場合に、この歩行者2は衝突危険性をもつ歩行者であると判定する。
特願 2003 -159 348	2003 .06.0 4		三菱電機 株式会社	通信装 置、準天 頂衛星、 保険料 割引サ ービス システム 及び、 課金シ ステム	【要約】【課題】見通し外の移動体までの距離が把握できなかった。更に、見通し外の踏切に立ち往生している高齢者等の把握ができなかった。また、高価な車載レーダを搭載しても、自動車保険料の割引サービスのような金銭的な見返りがなかった。【解決手段】自己位置を高精度に測位する高精度測位装置、自己の種別を記憶する種別記憶部、高精度測位装置で測位された自己位置及び、種別記憶部に記憶されている自己の種別、場合により各種情報を直接的または間接的に他の通信装置へ送信すると共に、他の通信装置からの位置、種別、場合により各種情報等を直接的または、間接的に受信する通信装置により構成することで、他の通信装置の位置を把握し、事故を防止する。

特願 2003 -172 262	2003 .06.1 7	2008 .08.0 8	マツダ株 式会社	走行支 援シス テム及 び車載 端末器	【要約】【課題】 端末器間で情報通信を行う走行支援システムにおいて、他移動体の数に対応し、衝突可能性の演算時間に伴う衝突の報知の遅れを防止すること。【解決手段】 車両に搭載される車載端末器Aにより車車間通信を行う、車両の走行支援システムであって、車載端末器Aが、自車両と他車両や歩行者といった他移動体との衝突可能性を演算し、衝突可能性がある場合には乗員にこれを報知する。他移動体の数が多い場合、相互に近接する他移動体を一つの他移動体とみなして、演算量の少ない簡易な方式で衝突可能性の演算を行うことで演算時間を短縮化し、衝突の報知の遅れを防止する。
特願 2004 -164 867	2004 .06.0 2	2011. 04.2 2	株式会社 デンソー	通信装 置、移動 体用通 信シス テム及 びプロ グラム	【要約】【課題】 移動体間で情報を直接通信する方式でありながら、処理負荷が低減し、その結果、迅速な情報交換によって交差点での衝突防止に有効な技術を提供する。【解決手段】 通信装置1を搭載した車両が交差点動的アドレスAD1, AD2, AD3, AD4の内のいずれかに対応する領域内に進入した場合、他の交差点動的アドレスに対応する領域内に存在する車両に搭載された通信装置1との間で情報交換が可能であり、他の通信装置1から得たデータに基づいて、運転者などに警報する。例えば「右から時速60kmで車が来ます注意下さい」、「対向車は時速60kmで進んでいます」などの報知である。このような車両に搭載された通信装置1間で直接情報交換を行う車々間通信であるが、従来のようなお互いに現在位置を通知し合うだけではなく、交差点動的アドレスを巧みに利用した情報交換を行うため、処理負荷が低減する。
特願 2004 -215 136	2004 .07.2 3	2010 .04.0 9	株式会社 デンソー	危険領 域設定 装置	【要約】【課題】 自車両と衝突する可能性がある物体の検出漏れを低減する危険領域設定装置を提供すること。【解決手段】 物体の位置を検出する物体位置検出手段と、物体位置検出手段において物体の位置が検出された場合において、物体の位置を基準とした所定の領域を常時定める物体領域設定手段と、自車両についての危険領域を設定する対象範囲を常時定める対象範囲設定手段と、対象範囲と物体領域との重複部分を検出する重複部分検出手

					段と、重複部分検出手段において重複部分が検出された場合に、重複部分に基づき危険領域を常時設定する危険領域設定手段とを有する。
特願 2004 -215 137	2004 .07.2 3	2010 .12.1 0	株式会社 デンソー	車 両 用 物 体 検 知 装 置	【要約】【課題】 移動可能な物体に対する検知漏れを低減する車両用物体検知装置の提供を目的とする。【解決手段】 車両に搭載され、車両の周囲の物体を検知する物体検知装置において、物体の位置を検出する位置検出手段と、物体が移動可能な物体か否か判定する物体判定手段と、物体判定手段において物体が移動可能な物体と判定された場合に、物体位置検出手段において検出された物体の位置を基準として、物体を取り囲む所定の領域を常時設定する領域設定手段とを有する。
特願 2004 -227 498	2004 .08.0 4		富士通株 式会社	移 動 体 監 視 装 置、移動 体 監 視 シ ス テ ム、移動 体 監 視 方 法 お よ び 移 動 体 監 視 プ ロ グラ ム	【要約】【課題】 演算機能、速度計測機能等の高度な機能を有する必要がなく、軽量で、コンパクトで、しかも安価な移動体を監視することが可能であって、かつ、演算量を少なくすることにより負荷を少なくした移動体監視装置等を提供すること。【解決手段】 複数の移動体のそれぞれの移動体に関する位置情報および移動体を特定するための移動体識別情報を含む移動体情報を受信する手段と、受信した移動体情報に基づいて、位置情報における移動体の移動速度および移動方向を含む速度ベクトルを算出する手段と、速度ベクトルに基づいて、移動体が所定範囲内の他の移動体と衝突する可能性を示す衝突危険度を算出する手段と、衝突危険度が所定値以上の場合、移動体に対して、他の移動体と衝突する可能性が高い旨を送信する手段と、衝突危険度が所定値以上の場合、他の移動体に対して、移動体が衝突する可能性が高い旨を送信する手段とを備える。

特願 2005 -112 127	2005 .04.0 8		トヨタ自動車株式会社	接近報 知装置	【要約】【課題】 本発明は、移動体の接近を知らせることが望ましい領域にいる対象者に対してその旨の報知をすることができる接近報知装置の提供を目的とする。【解決手段】 携帯端末を持つ対象者に移動体の接近を報知する接近報知装置において、電波が発信されるエリアを制御し、携帯端末が発信する電波の受信状態に基づいてそのエリア内に携帯端末があるか否かを判断し、携帯端末が発信する I D 情報に基づいて電波が発信されたエリア内に存在する携帯端末を特定し、その特定された携帯端末に対して移動体の接近を報知するための情報を送信する接近報知装置。
特願 2005 -297 809	2005 .10.1 2	2011. 03.0 4	トヨタ自動車株式会社	接近報 知装置	【要約】【課題】 本発明は、携帯端末所持者と移動体が互いに接近していることをより適切に報知する技術の提供を目的とする。【解決手段】 携帯端末所持者と移動体が互いに接近していることを知らせる接近報知装置 1 0 において、指向性アンテナ 1 4 を介して移動体から携帯端末に電波を移動体送信波として送信する送信部 3 0 と、無指向性アンテナ 1 5 を介して携帯端末が送信した電波を端末送信波として受信する受信部 1 6 と、端末送信波の移動体側の受信レベルと移動体送信波の携帯端末側の受信レベルとを比較することにより携帯端末が存在する方向や距離を判定する歩行者位置判定部 1 9 や方向・距離推定部 2 0 と、判定された携帯端末が歩行者存在情報提供エリア内にあるか否かを判定する情報提供判定部 2 4 と、そのエリア内にいる場合には移動体側に携帯端末の存在を知らせるたり携帯端末側に移動体の存在を知らせたりすることを特徴とする接近報知装置。
特願 2006 -511 97	2006 .02.2 7	2011. 12.0 9	トヨタ自動車株式会社	接近報 知シス テム、並 びにそ れに用 いる車 載機及 び携帯	【要約】【課題】 本発明は、チャンネルを有効に活用することができる接近報知システム、並びにそれに用いる車載機及び携帯端末の提供を目的とする。【解決手段】 歩行者が所持する携帯端末の送信波を車載機が受信することによって、車両と歩行者が互いに接近している旨を報知し得る接近報知システムにおいて、携帯端末 1 2 の所持者である歩行者の位置情報（方向と距離）と、車両の走行状態として、

				端末	車速、ウィンカ情報及びナビゲーション情報とを取得することによって、車両と歩行者が互いに接近している旨を報知する必要性が低い段階であるとみなしたエリアに歩行者が存在すると認識した場合には、前記送信波の送信間隔を通常より長く設定することを特徴とする、接近報知システム。
特願 2006 -545 78	2006 .03.0 1		トヨタ自動車株式会社	道路通行者検出システム及び携帯端末	【要約】【課題】本発明は、発振器内蔵の携帯端末の送信波を検知する技術において、消費電力を抑えた携帯端末の提供、及び、道路通行者が所持する発振器内蔵の携帯端末の消費電力を抑えることができる道路通行者検出システムの提供、を目的とする。【解決手段】道路通行者が所持する携帯端末12の送信波を車載機10が受信することによって、車載機10が道路歩行者を検出する道路通行者検出システムにおいて、携帯端末12は、車載機10の送信波の受信レベルとその受信レベルの変化量を検出することによって車載機10を搭載する車両が接近しているか否かを判断し、接近していると判断した場合に、携帯端末12を所持する歩行者の存在を車載機10に検知してもらうための電波の送信を開始することを特徴とする、道路通行者検出システム。
特願 2006 -985 44	2006 .03.3 1	2010 .12.1 7	株式会社デンソー	携帯用電子機器及び車載用電子機器	【要約】【課題】交通事故に遭遇する危険性が高い状況のときに歩行者に対してその危険を報知するようにして、歩行者の交通事故を少なくする。【解決手段】本発明の携帯用電子機器1は、歩道と車道の分離帯の構造に応じて車道と歩道の安全度を決定した安全地図データ10を記憶する記憶手段4を備え、現在位置を検知する位置検知手段3を備え、検知された現在位置の安全度を前記安全地図データ10に基づいて判定する判定手段2を備え、判定された安全度が設定された安全度よりも低い場合に、危険報知を行う報知手段7、8、9を備えて構成されている。この構成の場合、交通事故に遭遇する危険性が高い状況、即ち、安全度が低い場合に、歩行者に対してその危険を報知できる。



特願 2007 -540 73	2007 .03.0 5		株式会社 N T T ド コモ	歩行者 情報提 供装置、 歩行者 情報提 供シス テム、及 び歩行 者情報 提供方 法	【要約】【課題】歩行者の存在確率が高い地域に車輛が入ると車載機に対して歩行者情報を配信して運転者に注意喚起できるようにすること。【解決手段】情報提供サーバ装置400において、近傍歩行者情報抽出部406は、入力された歩行者位置情報に基づいて交通エリア情報DB405から該時間帯の地区の近傍歩行者モデル情報を抽出し、その近傍歩行者モデル情報を通信部404により該時間帯に該地区を走行中のカーナビ装置300に送信する。
特願 2007 -168 911	2007 .06.2 7	2012 .01.0 6	株式会社 N T T ド コモ;株式 会社バラ ンス	交通事 故防止 システ ム、サー バ装置 及び交 通事故 防止方 法	【要約】【課題】現在の歩行者及び車両の状態を考慮しながら交通事故の発生を防止すること。【解決手段】自装置の位置情報を検出する携帯端末1と、車両に搭載され自装置の位置情報を検出する車載装置3と、移動通信網2を介する広域通信にて携帯端末1及び車載装置3から送信される位置情報に基づいて携帯端末1を携帯する歩行者及び車両が事故に遭遇する可能性を示す危険度を判定するサーバ装置4とを具備する交通事故防止システムにおいて、サーバ装置4は、携帯端末1及び車載装置3の位置情報から互いに接近する歩行者及び車両の危険度を判定し、当該危険度を携帯端末1及び車載装置3に通知すると共に、当該危険度に応じて携帯端末1と車載装置3との間で直接通信により通信を行わせることを特徴とする。
特願 2007 -175 103	2007 .07.0 3	2012 .01.2 7	株式会社 N T T ド コモ;日産 自動車株 式会社	危険度 管理シ ステム、 サーバ 装置及 び危険 度管理 方法	【要約】【課題】互いに接近する車両及び歩行者の個別の特性を把握しつつ、車両の運転手及び歩行者の双方の注意を喚起して未然に交通事故を防止すること。【解決手段】自装置の位置情報及び自装置を携帯する歩行者の動作情報を検出する携帯端末1と、車両に搭載され自装置の位置情報及び車両の動作情報を検出する車載装置3と、携帯端末1及び車載装置3と移動通信網2を介して接続され、携帯端末1及び車載装置3の位置情報、並びに、歩行者及び車両の動作情報に基づいて歩行者及び車両が事故に遭遇する可能性を示す危険度を判定するサーバ装置4とを具備する危険度管理システムにお

					いて、サーバ装置4は、携帯端末1及び車載装置3の位置情報から互いに接近する歩行者及び車両を判定し、携帯端末1及び／又は車載装置3に危険度を通知することを特徴とする。
特願 2007-175105	2007.07.03	2012.03.09	株式会社 NTTドコモ;日産自動車株式会社	危険度通知システム、サーバ装置及び危険度通知方法	【要約】【課題】横断歩行者検出設備等の配設を必要とすることなく、車両の進行方向に存在する歩行者の横断箇所における危険度を効果的に通知すること。【解決手段】自装置の位置情報を検出する携帯端末1と、車両に搭載され自装置の位置情報を検出する車載装置3と、携帯端末1及び車載装置3と移動通信網2を介して接続され、携帯端末1の位置情報、当該位置情報を受信した時間帯情報及び携帯端末1を携帯する歩行者の属性情報を管理するサーバ装置4とを具備する危険度通知システムにおいて、サーバ装置4は、携帯端末1の位置情報から歩行者による車両用道路の横断箇所を推定すると共に、時間帯情報及び属性情報から当該横断箇所を歩行者が横断する可能性の高さを示す危険度を判定し、車載装置3の位置情報から車両の進行方向を推定すると共に、当該進行方向に存在する横断箇所の危険度を車載装置3に通知することを特徴とする。

特願 2008 -331 50	2008 .02.1 4	2012 .09.2 8	三菱スペース・ソフトウエア株式会社	危険報 知サー バ、危険 報知方 法、プロ グラム	【要約】【課題】 危険に遭遇している人間の身体状態や精神状態とを表す情報（要因情報）から、危険度を判定して、他の人間に対して身近で危険が発生していることを知らせることができなかった。【解決手段】 本発明の危険報知サーバ70は、ユーザの携帯端末30からユーザの危険を知らせる少なくとも2種類のセンスされた値を含む要因情報32とユーザの位置を示す位置情報33とを受信する要因情報受信部71と、受信した要因情報32に基づいて、ユーザが受けている危険度を判定する危険度判定部72と、判定した危険度に基づいて、上記ユーザの位置情報33が示すユーザの位置を含む危険エリアを判定する危険エリア判定部73と、判定した危険エリアにいる他のユーザの携帯端末30に対して、アラート情報35を送信するアラート送信部74とを備え、危険エリア内の他のユーザ80にリアルタイムで危険をアラート（警告）する。
特願 2008 -205 594	2008 .08.0 8		トヨタ自動車株式会社	車両用 衝突危 険度判 定シス テム及 び通信 端末	【要約】【課題】 自車両と歩行者等の警戒対象との衝突危険度を高精度に判定するための車両用衝突危険度判定システム及び通信端末を提供すること。【解決手段】 歩行者存在情報提供システム1は、車両Vに搭載された歩行者検知装置3と車両Vの周辺に存在する歩行者Mが保持する歩行者端末2とが通信可能であり、車両Vと歩行者Mとの衝突危険度を判定する歩行者存在情報提供システムであって、歩行者Mの移動経路を予測する歩行者端末2の登録経路上存在判定部16と、この登録経路上存在判定部16により予測された移動経路に基づいて車両Vと歩行者Mとの衝突危険度を判定する歩行者検知装置3の情報提供判定部36とを備えることを特徴とする。

特願 2008-205602	2008.08.08		トヨタ自動車株式会社	車両用衝突危険度判定システム、通信端末及び車載機	【要約】【課題】 自車両と歩行者等の警戒対象との衝突危険度を高精度に判定するための車両用衝突危険度判定システム、通信端末及び車載機を提供すること。【解決手段】 歩行者存在情報提供システム1は、車両Vに搭載された歩行者検知装置3と車両Vの周辺に存在する歩行者Mが保持する歩行者端末2とが通信可能であり、車両Vと歩行者Mとの衝突危険度を判定する歩行者存在情報提供システムであって、歩行者Mの進行方向を取得する歩行者端末2の磁気センサ11と、この磁気センサにより取得された進行方向の変化に基づいて車両Vと歩行者Mとの衝突危険度を判定する歩行者端末2の歩行者状態判定部14及び歩行者検知装置3の情報提供判定部29とを備えることを特徴とする。
特願 2009-41087	2009.02.24		トヨタ自動車株式会社	衝突回避支援装置	【要約】【課題】 適切な誘導を行うことによって、より安全な衝突回避を支援する衝突回避支援装置を提供する。【解決手段】 衝突回避支援システムは、歩行者に装着される携帯端末1、及び車両に設置される運転支援装置2を備える。運転支援装置2は、歩行者との通信を行う歩車間通信部26と、運転支援ECU20とを有する。運転支援ECU20は、歩行者周囲の道路環境及び他車両の接近状況に応じて身体誘導装置12の作動条件を変更し、身体誘導装置12の作動を制御する。これにより、歩行者に対して適切な誘導を行うことが可能となり、より安全な衝突回避を支援することができる。
特願 2010-127547	2010.06.03		株式会社国際電気通信基礎技術研究所; 沖電気工業株式会社	歩車間通信システム、歩行者端末、および通信制御方法	【要約】【課題】 従来、歩行者端末で、歩行者の行動や周辺状況から危険度を判定し、その危険度に応じて通信制御を行ない、注意喚起することができなかった。【解決手段】 自歩行者コンテキスト情報、他歩行者コンテキスト情報、車両コンテキスト情報のうちの1以上の情報であるコンテキスト情報を取得するコンテキスト情報取得部と、コンテキスト情報が有する少なくとも一部の情報である歩行者端末情報を送信する歩行者端末情報送信部と、前記コンテキスト情報を、危険度を判定するための危険判定情報に適用し、前記歩行者の危険度を取得する危険度取得部と、危険度に応じて、歩行者端末情報

					を送信するか否か、または歩行者端末情報の送信方法を変更する歩行者端末により、危険度判定を行ない、それによって通信制御を行ない、注意喚起することができる。
特願 2010 -154 763	2010 .07.0 7	2013 .08.0 2	三菱電機 株式会社	車載装 置	<p>【要約】【課題】 交差点のように多数の車両が往来する場所での車両同士の衝突事故を防止する衝突防止システムを得る。【解決手段】 車道脇に設置され、アンテナと送受信部と処理部と記憶エリアと道路構造情報が格納された書換え可能の道路構造情報データベースとを備えた中継装置と、GPS衛星のGPS信号から基準局が得た疑似距離データなどのGPS観測データを複数の基準局から受信し、受信したGPS観測データに基づいて補正位置情報を演算し、補正位置情報を送信する補正位置情報センタと、車両に搭載され、アンテナ部と送受信・計算部と警告判定処理部を備えた車載装置とからなる衝突防止システムであり、交差点周辺の道路構造情報と高精度な車両位置を示す車両測位データと車両走行情報から衝突事故の危険判定を行うようにした。</p>
特願 2010 -159 380	2010 .07.1 4		矢崎総業 株式会社	車両接 近警報 システ ム	<p>【要約】【課題】 消費電力を少なくするとともに、安価かつ小型化を図ることができる車両接近警報システムを提供する。【解決手段】 車両に搭載されたメータ装置1において車両の車速が5km/h以上かつ40km/h未満である場合は車両接近警報情報を送信アンテナ22から送信し、歩行者が携帯するポータブルオーディオプレーヤ70のヘッドホン50の受信アンテナ61で車両接近警報情報を受信して、車両の車速と受信した電波の電波強度から車両と歩行者との距離が車両の制動距離よりも短い場合は警報音をヘッドホン50のRchイヤープッド54から流すことにより歩行者に</p>

					車両の接近を警報する。
特願 2010 -190 607	2010 .08.2 7		株式会社 トヨタ I T 開発セ ンター;ト ヨタ自動 車株式会 社	車 両 接 近 報 知 シ ス テ ム	【要約】【課題】車両と歩行者が接近したり衝突の危険があつたりする場合に、車両方向が分かりやすいように歩行者に対して情報提供する。【解決手段】車両接近報知システムは、歩行者の位置情報を取得可能な歩行者端末と、車両の位置情報および走行情報を取得可能な車載端末と、から構成され、歩行者の位置情報と車両の位置情報および走行情報とに基づいて、車両と歩行者が接近または衝突する危険がある場合に、車載端末が歩行者に対して警報を発する。警報の種類を歩行者端末から指定することや、警報の音量を周囲の騒音レベルに応じて決定することも好ましい。接近や衝突の判定は、車載端末で行っても良いし、歩行者端末で行ってもよく、また、第3の装置で行っても良い。
特願 2011 -500 47	2011. 03.0 8		有限会社 アール・シ ー・エス	走 行 車 両 の 安 全 運 転 支 援 シ ス テ ム	【要約】(修正有り)【課題】路側機と走行車両あるいは各走行車両間の距離と方向とを測定し、自車両の位置および他車両との相対的な位置関係を測位し、運転席前方部にリアルタイムで表示することにより、走行車両の安全運転支援を安価に提供する。【解決手段】走行車両21a～21dに搭載される移動局と、路側に設置される路側機22a、22bとから構成され、前記路側機が、少なくとも、報知信号を含む無線信号を、エリア内の移動局21aa～21dbに向けて間欠発信し、前記移動局が、前記無線信号を受信して少なくとも報知情報に含まれる交通規制情報を再生するとともに、前記路側機および周辺の移動局との間の相対距離と位置する方向とを測定して相対位置を測位し、必要に応じて前記交通規制情報、前記路側機および周辺の移動局との相対位置、危険を察知した警報、あるいはこれらの組み合わせを画面上に表示する。

<p>特願 2011 -109 024</p>	<p>2011. 05.1 6</p>	<p>NECカ シオモバ イルコミ ュニケー ションズ 株式会社</p>	<p>携 帯 電 子 機 器、 携 帯 電 子 機 器 制 御 方 法 及 び プ ロ グ ラ ム</p>	<p>【要約】【課題】 危険を伴う移動のときにのみ機器本体の動作態様を所定の動作態様（たとえば、危険を通知したり、または、操作を禁止したりする動作態様）にすることができ、煩わしさを生じないようにする。【解決手段】 任意の情報を可視化して画面に表示する表示手段100、表示手段100の画面を視認可能な位置にいるユーザ101の顔を周期的に撮像可能な撮像手段102、撮像手段102によって周期的に撮像された画像からユーザ101の顔を検出する検出手段103、検出手段103によってユーザ101の顔が検出されたときに、その検出対象の画像を含む複数枚の画像の時系列的な変化量を演算する演算手段104、変化量が所定値よりも大きいかなかを判定する判定手段105、判定手段105の判定結果が肯定の場合に機器本体の動作態様を所定の動作態様に変更する制御手段106を備える。</p>
<p>特願 2011 -182 789</p>	<p>2011. 08.2 4</p>	<p>株式会 社 国際電気 通信基礎 技術研究 所;沖電気 工業株式 会社</p>	<p>端 末 装 置</p>	<p>【要約】【課題】 従来、端末装置が存在する領域を精度高く判断できなかった。【解決手段】 自身が存在する領域が第一領域であるか、第一領域とは異なる第二領域であるかを判断する端末装置であって、1または2以上の各測位衛星から信号を受信する信号受信部と、前記信号受信部が受信した2以上の信号を代表する値である代表値を算出する代表値算出部と、前記信号受信部が受信した2以上の信号の分散具合を示す値である分散具合値を算出する分散具合値算出部と、前記代表値および前記分散具合値を用いて、端末装置が第一領域に存在するか、第二領域に存在するかを判断し、判断結果を取得する判断部と、前記判断部が取得した判断結果を出力する出力部とを具備する端末装置により、端末装置が存在する領域を精度高く判断できる。</p>

特願 2011 -272 630	2011. 12.1 3		トヨタ自動車株式会社	歩車間通信システム、無線通信端末、および歩車間通信方法	【要約】【課題】無線による通信量を抑えた歩車間通信システムを提供する。【解決手段】歩行者が携帯する携帯無線端末と、車両に搭載された車載無線端末と、で構成される歩車間通信システムであって、前記携帯無線端末が、前記携帯無線端末の現在位置情報である第一の位置情報を取得し、前記第一の位置情報に基づいて、歩行者が車両と接触する可能性がある場所にいるかを判定し、歩行者が車両と接触する可能性がある場所にいると判定した場合に、前記第一の位置情報を、前記車載無線端末に送信する。前記車載無線端末は、前記携帯無線端末から前記第一の位置情報を取得し、前記車載無線端末の現在位置情報である第二の位置情報を取得し、前記第一の位置情報と、前記第二の位置情報から、車両が歩行者と接触する危険性があるかを判定し、歩行者と接触する危険性があると判定した場合に、車両の運転者に警告を行う。
特願 2012 -108 64	2012 .01.2 3		渡邊 雅弘	交通安全支援システム	【要約】【課題】道路上を移動する各種移動体の移動安全を支援するシステムの構築。【解決手段】システムを移動体に搭載した移動体端末群とセンター装置で構成する。移動体の位置特定は移動体に搭載した移動体端末の有する位置特定機能で、また、移動体相互間の接近・衝突の予測、あるいは移動体と道路・構築物との相互位置関係による移動状態の異常検出は、センター装置において、センター装置に集積した各移動体の位置特定データ履歴、および前記センター装置に集積した各移動体の位置特定データ履歴から外挿演算される現時点以降の各移動体移動予測結果、を用いて行う
特願 2012 -282 36	2012 .02.1 3		沖電気工業株式会社	交通安全支援システム及び携帯通信端末	【要約】【課題】車両の運転手や同乗者が所持する携帯通信端末が乗車中にも位置情報をタイムラグなく取得でき、乗車中や降車直後に誤って報知するようなことを防止できる交通安全支援システムを提供する。【解決手段】携帯通信端末は、当該携帯通信端末の位置情報である歩行者位置情報を間欠的に取得して管理する第1手段と、少なくとも車載通信端末が該当する対象通信端末から到来した位置情報である周辺端末位置情報を取り込む第



					2手段と、当該携帯通信端末が車両内に存在するかどうかを判定する第3手段と、車両内に存在すると判定したときに同一車両に搭載されている対象通信端末を推定する第4手段と、同一車両の対象通信端末から取り込んだ周辺端末位置情報に、第1手段で管理している歩行者位置情報を補正する第5手段とを有する。
特願 2012- 268- 416	2012 .12.0 7		株式会社 ナビタイム ジャパン	情報提供システム、情報提供サーバ、情報提供方法、および、プログラム	【要約】【課題】徒歩リンクの危険度に応じた案内を提供する情報提供システム、情報提供サーバ、情報提供方法、および、プログラムを提供することを課題とする。【解決手段】本発明は、基準位置に関する基準位置情報を取得し、基準位置から所定範囲内に存在する歩道リンクと交差する車道リンクに接続する車道リンクから、当該交差する車道リンクへの進入方向に基づいて、注意地点を特定し、特定された注意地点に関する注意情報を生成し、生成された注意情報を出力させる。
	2011. 01.2 7		京セラ株式会社	通信システム及び携帯通信装置	【要約】自身の位置情報を取得する第1位置情報取得部及び他の通信装置と通信を行う第1通信部を備える少なくとも1つの携帯通信装置と、自動車に搭載され、自身の位置情報を取得する第2位置情報取得部及び他の通信装置と通信を行う第2通信部を備える少なくとも1つの移動通信装置と、携帯通信装置及び前記移動通信装置と通信を行い、取得した位置情報を記憶し、記憶した位置情報を携帯通信装置または移動通信装置の少なくとも一方に送るサーバと、を有する通信システム。また、この通信システムを構成する携帯通信装置である。通信システム及び携帯通信装置は、移動時の安全をより確実に確保することができるという効果を奏する。

2012 .11.0 7		三洋電機 株式会社	無線装 置	<p>【要約】送信部は、自己の存在を周囲に認識させるための信号を送信する。動き検出部80は、携帯用端末装置18の動きを検出する。電力管理部82は、携帯用端末装置18の電力を管理する。電力管理部82は、動き検出部80による検出結果に応じて、スリープを制御する。例えば、電力管理部82は、携帯用端末装置18が静止または規則的な動きをしていると判定するとき、前記信号の送信間隔およびスリープ時間を長くする。</p>
2012 .12.1 9		三洋電機 株式会社	無線装 置	<p>【要約】変復調部124、処理部126等は、信号の送信処理および受信処理を実行する。推定部152は、他の無線装置が搭載された車両内に存在するか否かを推定する。指示部154は、推定部152において、他の無線装置が搭載された車両内に存在すると推定された場合、実行部156、変復調部124等に対して、送信処理および受信処理のうちの少なくとも一方を停止させる。</p>
2012 .10.2 5		三洋電機 株式会社	移動体 通信装 置及び 通信制 御方法	<p>【要約】【課題】他の通信装置との情報の送信及び／又は受信が不必要な状況において、他の通信装置との情報の送信及び／又は受信を行わないように制限することで、不要な情報の送受信を控え、消費電力を削減する移動体通信装置及び通信制御方法を提供すること。移動体に備えられ、前記移動体の移動を検出する移動検出センサと、他の通信装置と通信を行う通信部と、前記移動検出センサの出力に基づいて前記移動体が移動中か否かを判定する制御部と、を備える移動体通信装置であって、前記制御部は前記移動体が移動中であると判定したときにのみ、前記通信部を介して前記他の通信装置と情報の送信及び／又は受信を行うこととする。</p>

## 8. その他研究活動

### 8.1. 研究開発運営委員会

本年度は以下の2回の歩車通信開発 研究開発運営委員会を実施した。

【第一回】 2014年 12月11日(木) 10～12時 NTTドコモ 山王パークタワー

【第二回】 2015年 2月17日(火) 12～14時 パナソニック東京汐留ビル

各委員会での指摘事項と対応について以下に示す。

表 8-1 【第一回】歩車通信開発 研究開発運営委員会 ご指摘事項と対応

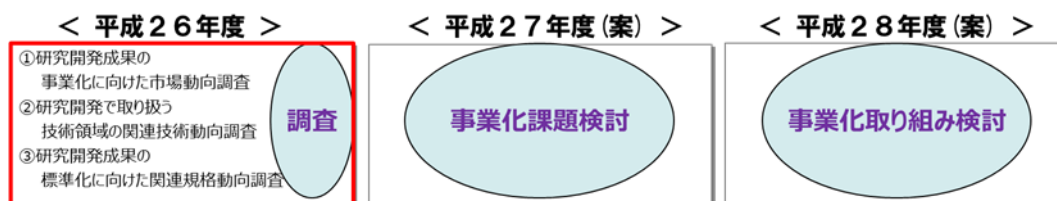
ご指摘事項	対応	
開発責任範囲、制約条件の明確化	SIP自動走行システム 基本計画に基づき、本研究開発の範囲を整理しました。	PSN PSNRD
国交省案件連携、交通事故モデルを明確化し、スペックを検討	交通安全環境研究所、みずほ情報総研と連携し、交通事故モデルを明確化し、システム要求条件を検討中です。	PSN PSNRD
技術要件(クリティカルポイント)、数値根拠の明確化	歩車間通信システムへの要求条件検討の中で、システム遅延、測位誤差、等を含めた技術要件を検討し、要求性能の数値化を実施中です。	PSN PSNRD
電動車椅子の現実的な想定(シナリオ)を明確化	交通安全環境研究所、みずほ情報総研と連携し、交通事故モデルを明確化し、実験ケースの絞り込みを実施しております。なお、各種データより交通事故の発生場所については生活道路下と想定し基礎実験を進めております。	NTTドコモ
ドライバーのコンテキストを考慮した危険通知の検討	2015年度にドライバーや車両の周囲のコンテキストを含めた次世代プローブ情報を検討します。検討に際しては自動車メーカ等有識者の意見も踏まえて検討の優先度付を行います。	KDDI総研

表 8-2 【第二回】歩車通信開発 研究開発運営委員会 ご指摘事項

ご指摘事項	対応	
位置測位誤差、現実的な要求条件を検討	次年度検討予定	PSN
ユーザ要求、想定シーン、機能との関係、精度を整理する事	次年度検討予定	PSN PSNRD
Bluetooth間欠受信動作の効果の定量化	次年度検討予定	PSNRD
統計情報等からターゲットを絞って詳細なシナリオ設定が必要	次年度検討予定	NTTドコモ
(ビジネスプロデューサ調査報告書) 各企業のビジネス動向、主要なフォーラム活動の調査	次年度検討予定	PSN PSNRD
(ビジネスプロデューサ調査報告書) 電動車椅子だけでなく自転車等にも対象を広げ、ビジネス用途を広く検討	次年度検討予定	NTTドコモ

## 8.2. ビジネスプロデューサによる動向調査

ビジネスプロデューサ調査報告書は委託研究開発期間の3カ年に合わせ、以下のような計画で調査・報告を行う。平成26年度は市場動向調査、技術動向調査、規格動向調査を実施した。



### ・専用端末利用

1. 研究開発成果の事業化に向けた市場動向調査（次世代 ITS、次世代 ITS 以外）
2. 研究開発で取り扱う技術領域の関連技術動向調査（通信、測位、危険判定）
3. 研究開発成果の標準化に向けた関連規格動向調査（標準化ロードマップ）

## 9. 詳細仕様、及び、実験データ詳細

### 9.1. 位置情報取得アプリケーション詳細仕様

本アプリケーションに含む歩車間通信制御、測位誤差検証制御、検証結果転送制御について、各々詳細仕様を説明する。

#### 9.1.1. 歩車間通信制御

##### 9.1.1.1. システム概要

本アプリケーションのメイン機能である、歩行者端末と車載端末間での位置情報共有を実現する、歩行者端末側の制御部である。図 9-1 にシステム構成図、表 9-1 に機能一覧を示す。

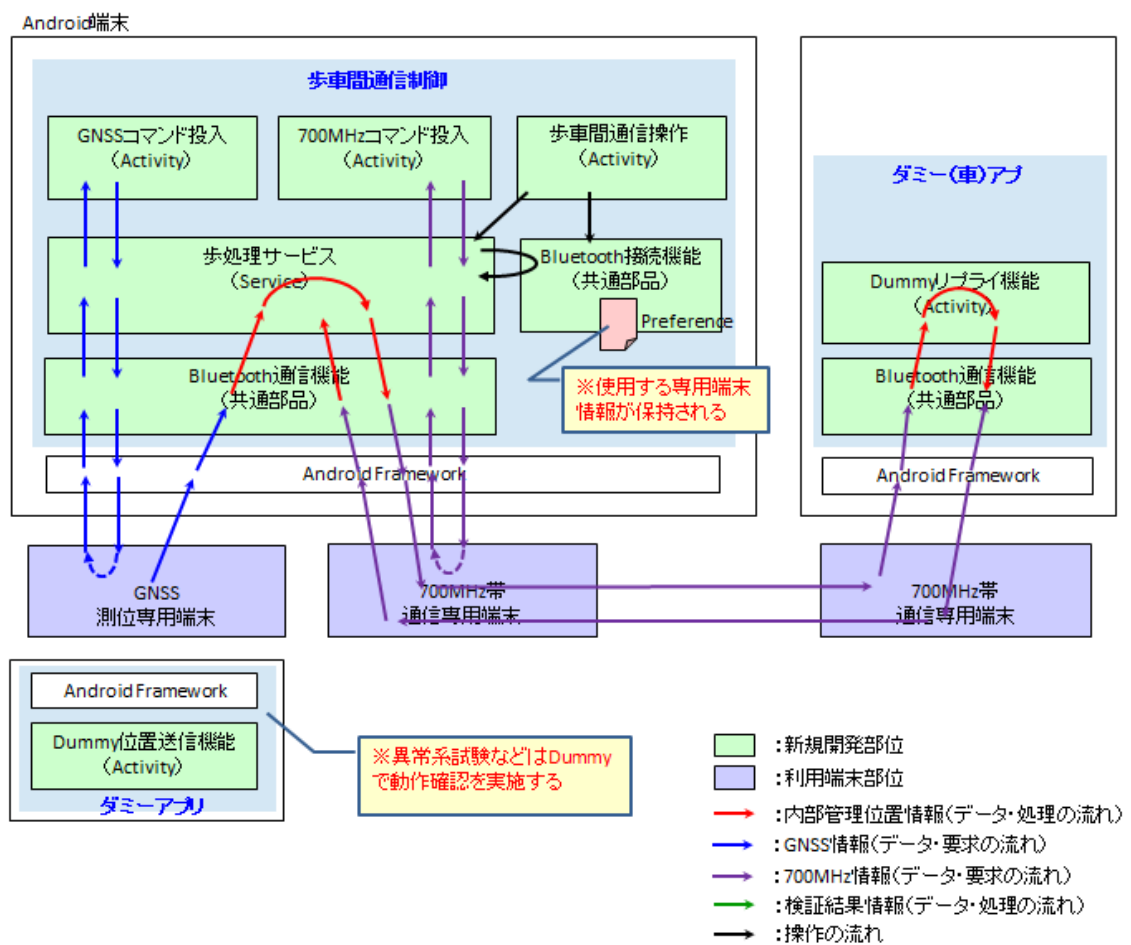


図 9-1 歩車間通信制御 システム構成図

表 9-1 歩車間通信制御 機能一覧

機能名	内容
歩車間通信操作	本アプリの TOP 画面を管理する。機能概要を以下に示す。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Bluetooth 接続機能を使用しての接続機器選択操作を提供</li> <li>・ 歩処理サービスの起動/停止操作を提供</li> <li>・ 各機能の操作画面を起動するメニューの提供</li> </ul>
Bluetooth 接続機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 周辺 Bluetooth 機器の検索</li> <li>・ 指定 Bluetooth 機器へ接続</li> </ul>
Bluetooth 通信機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Bluetooth 接続機能により接続された機器への送受信制御 ※ヘッダ解析・checksum チェック等を含む。</li> </ul>
歩処理サービス	歩行者処理としてのメイン処理
GNSS コマンド投入	歩処理サービスを介して、接続している GNSS 端末へのコマンド投入操作を提供する。
700MHz コマンド投入	歩処理サービスを介して、接続している 700MHz 端末へのコマンド投入操作を提供する。

### 9.1.1.2. 制御概要

#### 9.1.1.2.1. Android 端末の電源 ON

アプリ処理無し

※前回 Android 端末電源 OFF 時に、サービスが起動状態であったとしても、  
 次回 Android 端末電源 ON 時に、サービス起動は行わない。

#### 9.1.1.2.2. アプリ起動

「Ped2vehApp」(位置情報取得アプリケーションの名称)のアイコンをタップすることにより、  
 本アプリケーションを起動した際、歩車間通信制御の TOP 画面が表示される。

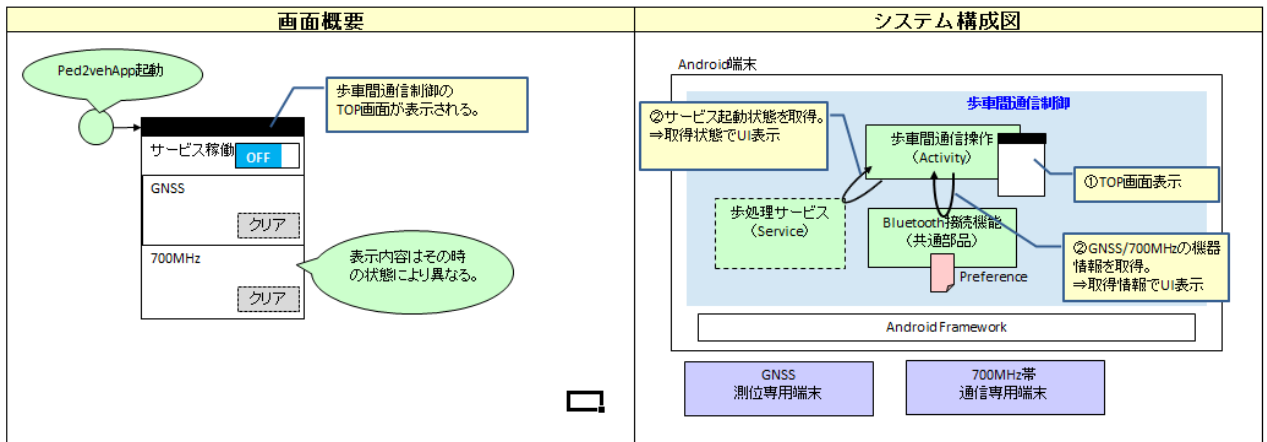


図 9-2 画面及びシステム概要(アプリ起動時)

#### 9.1.1.2.3. 接続対象機器の検索

TOP 画面操作により、接続対象機器(GNSS 測位専用端末、700MHz 帯通信専用端末)の検索・  
 選択を実行する。

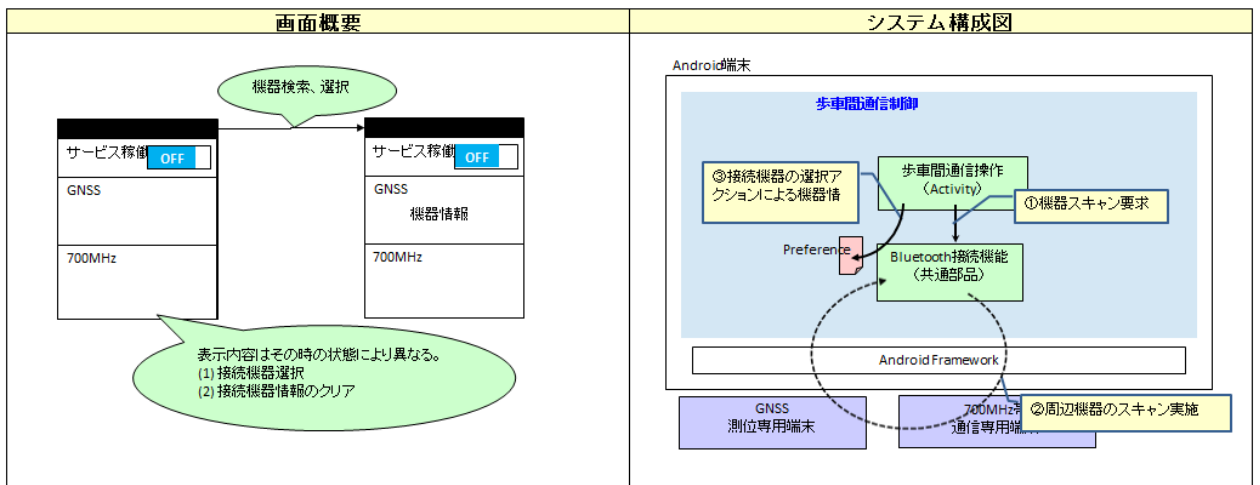


図 9-3 画面及びシステム概要(接続対象機器の検索)



#### 9.1.1.2.4. 歩処理サービス起動

TOP 画面操作により、メイン処理である「歩処理サービス」を起動する。

処理シーケンスの概要は以下の通りである。

●画面側

- ①ユーザ操作契機でサービスの起動要求が行われる。
- ②サービスが起動したことをサービス稼働状態から確認し、画面表示の更新により成功/失敗をユーザへ伝える。

●起動したサービス側

- ③接続設定された機器情報を読み取り、機器への接続処理を実施する。
- ④接続 socket を元に Bluetooth 通信機能のインスタンスを生成する。

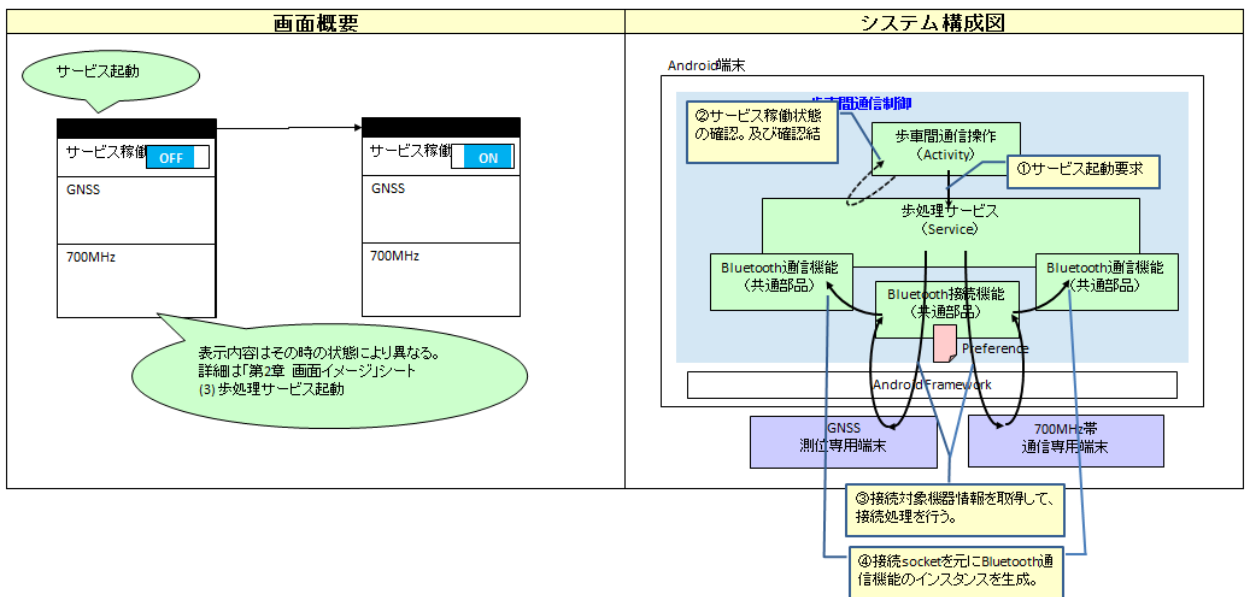


図 9-4 画面及びシステム概要(歩処理サービス起動)

### 9.1.1.3. 画面イメージ

#### 9.1.1.3.1. 接続機器選択

##### 9.1.1.3.1.1. 機器選択 (GNSS/700MHz 共通)

接続機器選択の画面操作イメージを図 9-5 に示す。

この操作イメージはGNSS, 700MHz で共通であり、以下はGNSS の場合を例に記載している。

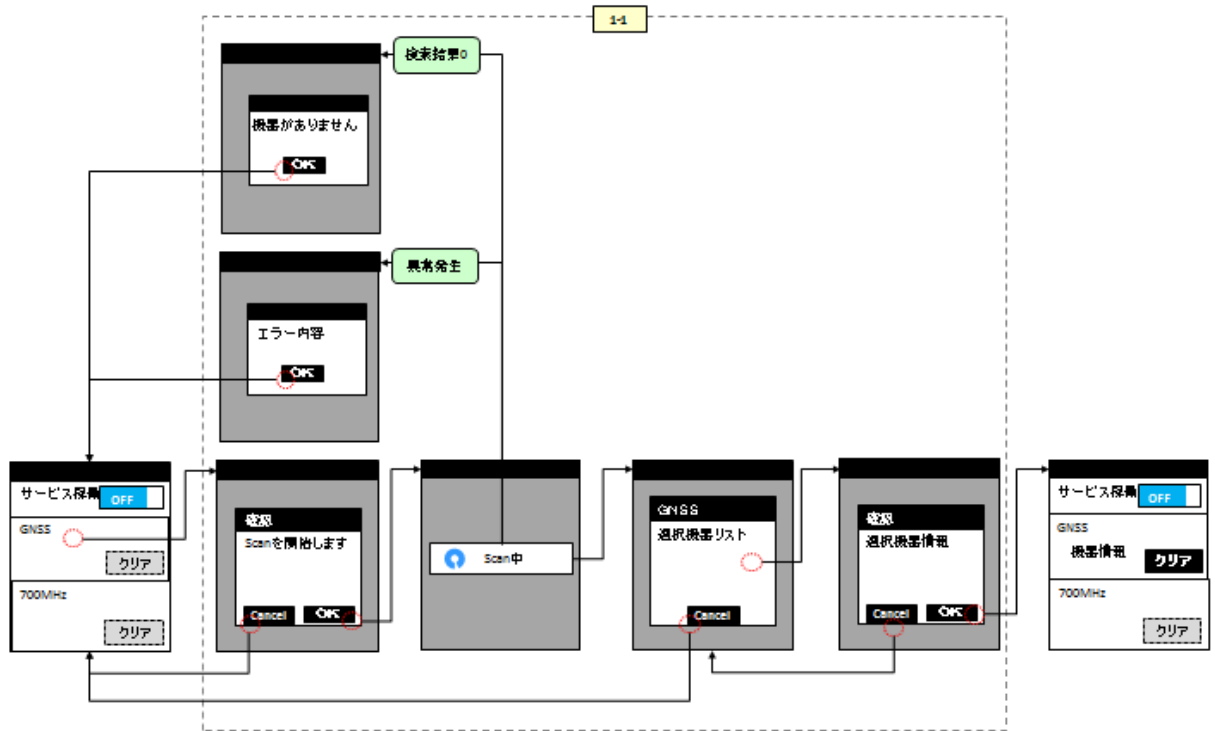
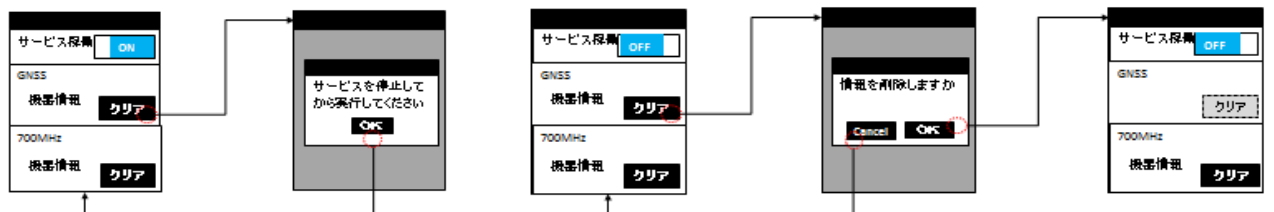


図 9-5 画面操作イメージ(接続機器選択)

#### 9.1.1.3.2. 接続機器情報のクリア



a) サービス稼働中

b) サービス未起動状態

図 9-6 画面操作イメージ(接続機器情報のクリア)

### 9.1.1.3.3. 歩処理サービス起動

#### 9.1.1.3.3.1. 接続先未設定

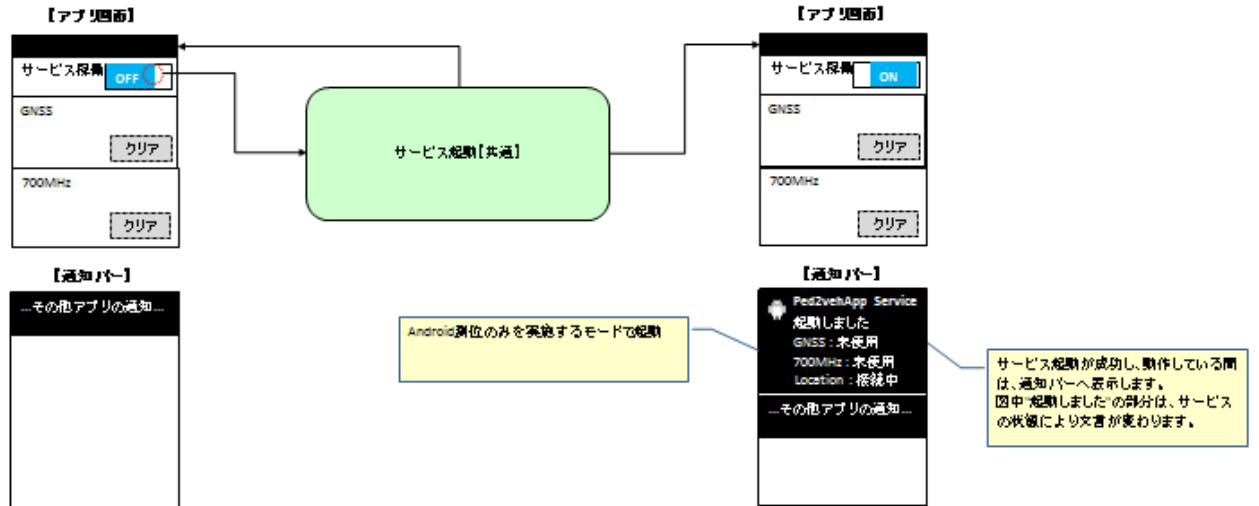


図 9-7 画面操作イメージ(歩処理サービス起動、接続先未設定)

#### 9.1.1.3.3.2. GNSS のみ設定

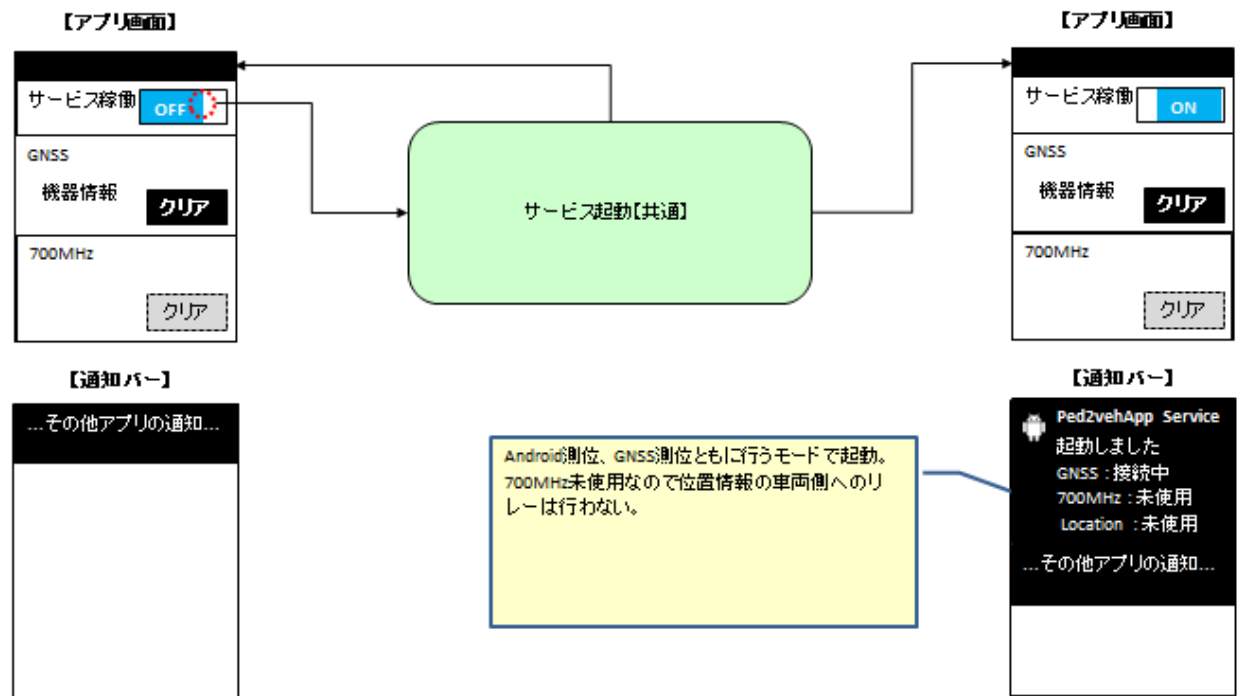


図 9-8 画面操作イメージ(歩処理サービス起動、GNSS のみ設定)

### 9.1.1.3.3.3. 700MHz のみ設定

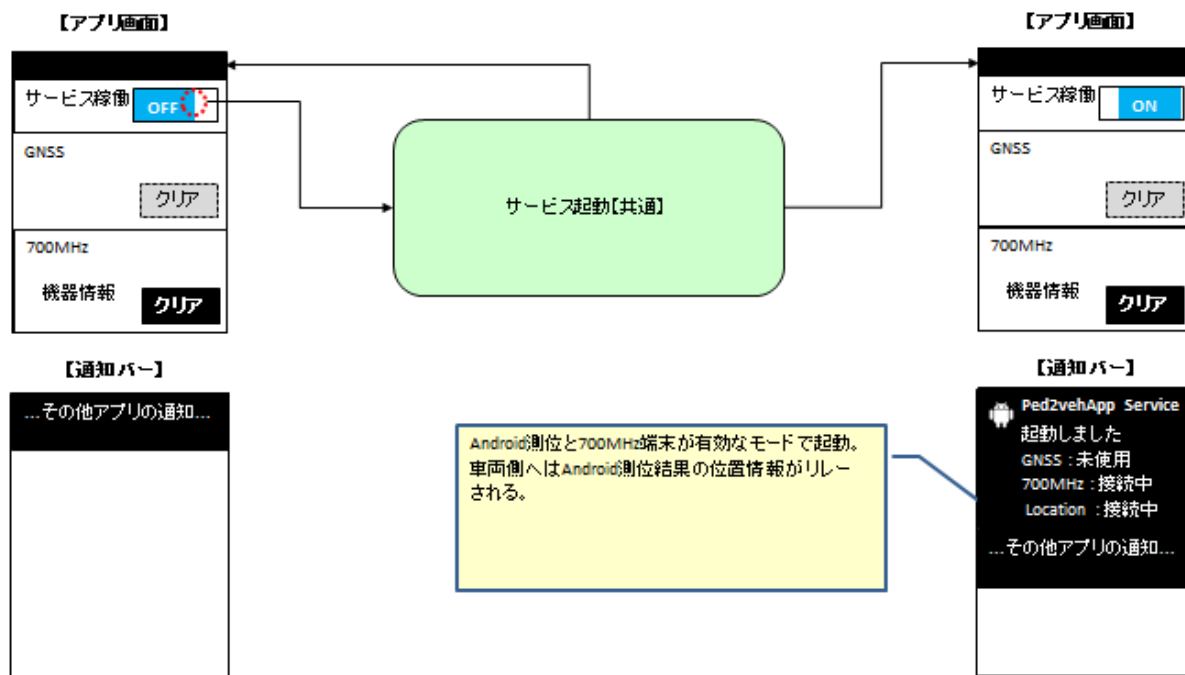


図 9-9 画面操作イメージ(歩処理サービス起動、700MHz のみ設定)

### 9.1.1.3.3.4. GNSS/700MHz 共に設定済み

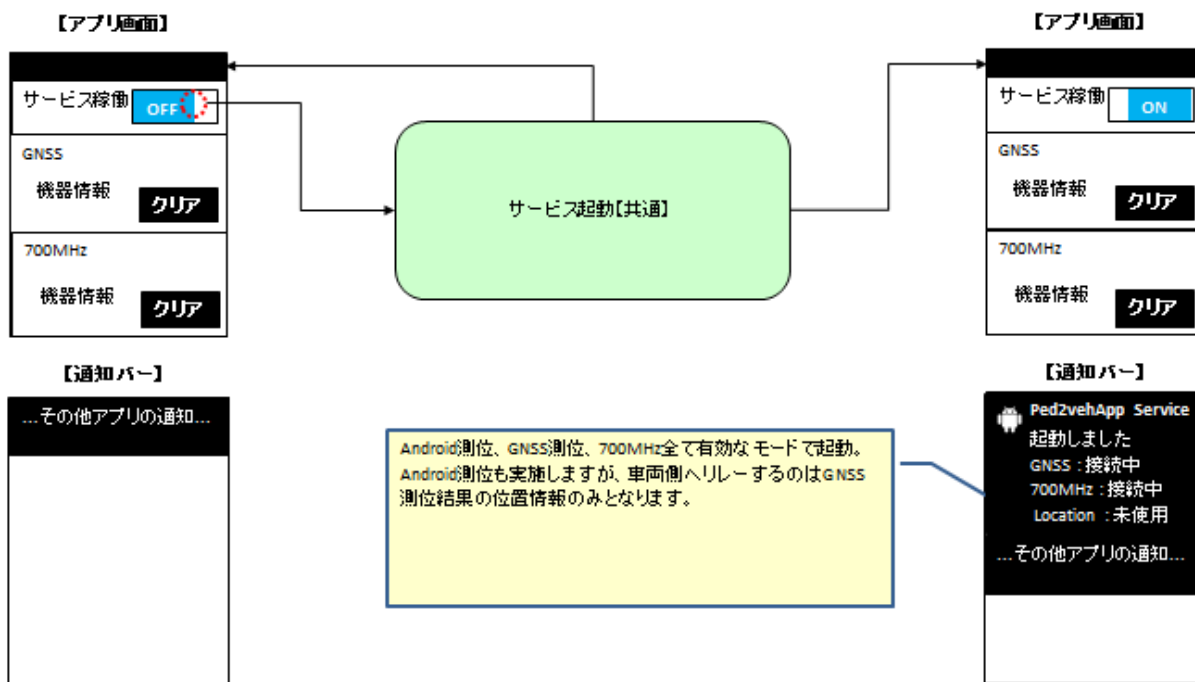


図 9-10 画面操作イメージ(歩処理サービス起動、GNSS/700MHz 共に設定済み)

### 9.1.1.3.3.5. サービス起動【共通】

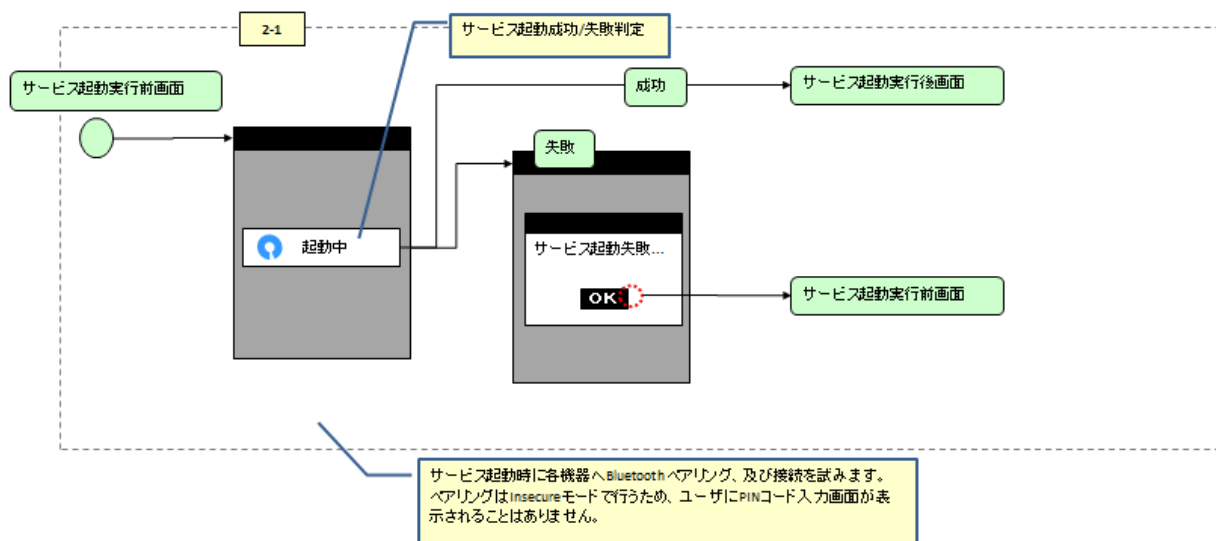


図 9-11 画面操作イメージ(歩処理サービス起動、共通)

### 9.1.1.3.4. 歩処理サービス停止

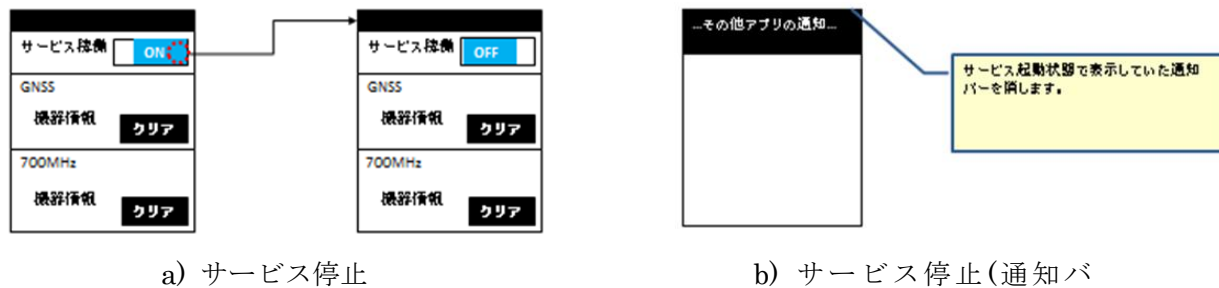


図 9-12 画面操作イメージ(歩処理サービス停止)

### 9.1.1.3.5. コマンド投入画面起動（GNSS/700MHz 共通）

コマンド投入画面起動の画面操作イメージを以下にまとめる。

#### 9.1.1.3.5.1. 「コマンド投入」メニュー選択（サービス稼働中）

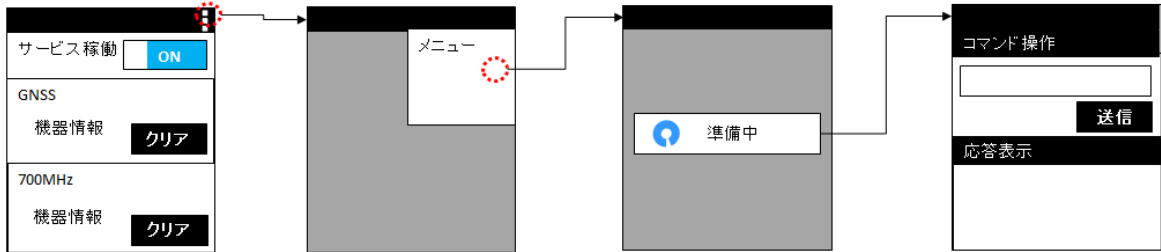


図 9-13 画面操作イメージ(コマンド投入画面起動、サービス稼働中)

#### 9.1.1.3.5.2. 「コマンド投入」メニュー選択（サービス未起動状態）

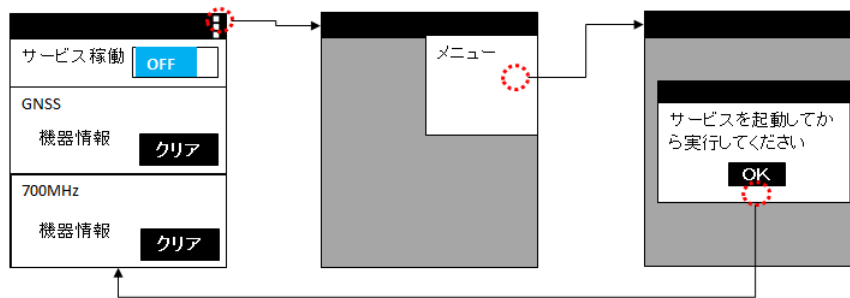


図 9-14 画面操作イメージ(コマンド投入画面起動、サービス未起動状態)

#### 9.1.1.3.5.3. 「コマンド投入」メニュー選択（対象機器未選択）

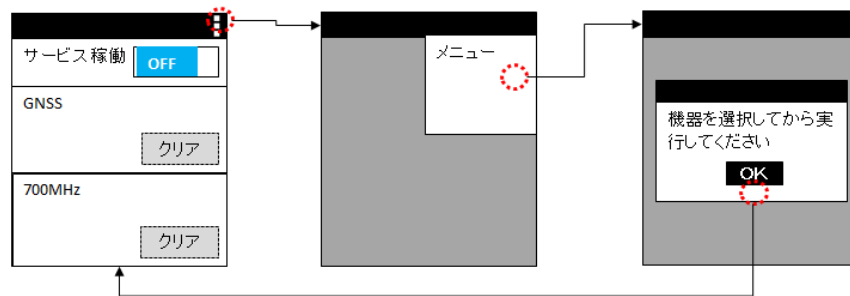


図 9-15 画面操作イメージ(コマンド投入画面起動、対象機器未選択)

### 9.1.1.3.6. コマンド投入 (GNSS)

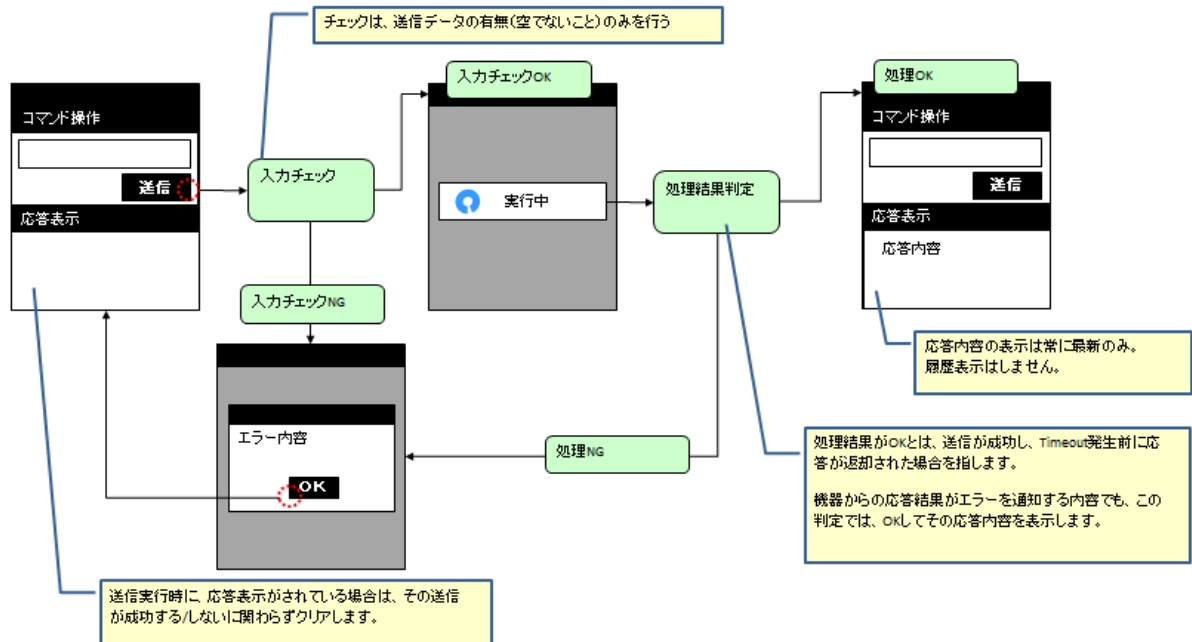


図 9-16 画面操作イメージ(コマンド投入、GNSS)

### 9.1.1.3.7. コマンド投入 (700MHz)

#### 9.1.1.3.7.1. 送信コマンド選択

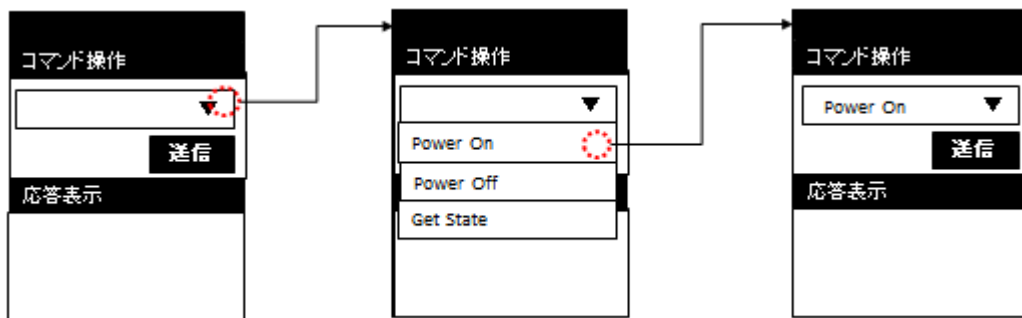


図 9-17 画面操作イメージ(コマンド投入、700MHz)

#### 9.1.1.3.7.2. コマンド送信

GNSS の操作と同様である。

※但し、応答結果はバイナリデータを文字列表現した形式で表示する。

### 9.1.1.4. 歩処理サービス

#### 9.1.1.4.1. 歩処理サービス概要

表 9-2 に歩処理サービスの動作モード、表 9-3 に歩処理サービスの役割を示す。

表 9-2 歩処理サービスの動作モード

動作モード	説明
GNSS-700MHz リレーモード	GNSS 接続端末、700MHz 接続端末の両方が設定されている状態であり、GNSS 測位結果の位置情報が、700MHz 帯通信で車載端末へリレーされる。 リレーはしないが、Android 測位も同時に動作する。
Android-700MHz リレーモード	700MHz 接続端末のみ設定されている状態であり、Android 測位結果の位置情報が、700MHz 帯通信で車載端末へリレーされる。
GNSS 測位専用モード	GNSS 接続端末のみ設定されている状態であり、700MHz 接続端末設定がないため、車載端末への位置情報リレーは実行されない。 同様にリレーはしないが、Android 測位も同時に動作する。
Android 測位のみモード	GNSS 接続端末、700MHz 接続端末の両方とも設定がない状態であり、Android 測位のみが動作する。 700MHz 接続端末設定がないため、車載端末への位置情報リレーは実行されない。

表 9-3 歩処理サービスの役割

動作モード	説明
歩処理メイン	状態を管理し、接続機器との通信準備、及び、後処理等を実行する。 各状態の 1 処理で測位した位置情報を 700MHz 帯通信経由で車載端末へリレーする。
GNSS・700MHz 通信準備/後処理	接続対象機器との接続を確立し、コマンド投入など通信を可能にする。歩処理メインが最初と最後に行う処理である。
他制御連携	他制御(コマンド実行、測位誤差検証等)に対して、本サービスで管理するリソースを利用するための手段を提供する。 歩処理サービスが起動すると同時に準備が実施される。
測位情報保持	他制御(測位誤差検証)との連携処理にて使用する機能。 測位結果を特定期間分保持し、他制御からの要求に対して必要な情報を公開する。



### 9.1.1.4.2. 歩処理メイン

#### 9.1.1.4.2.1. 状態とイベント

表 9-4 に状態一覧、表 9-5 にイベント一覧を示す。

表 9-4 歩処理メイン 状態一覧

No.	状態名	概要
1	初期状態	最初の状態。サービス起動した際、この状態となります。 接続対象機器との接続確立、Android測位準備の必要な初期化処理を行います。 ※将来、接続異常時の再接続処理を実装する際、この状態内でロジックを実装する想定
2	700MHz電源OFF状態	700MHz端末が700MHz帯通信機能を省エネのために電源OFFしている状態。 700MHz使用時に接続が確立後、まず遷移する状態。 ※実際にはこの時点で700MHz端末側は電源ON状態の可能性はあるが、現状確認手段がないためこの動作とします
3	700MHz電源ON状態	700MHz端末が700MHz帯通信機能の電源ONし、通信が可能な状態。 この状態で位置情報が確定した際は、700MHz端末へ送信することで、車両側へのリレーを行います。
4	700MHz未使用状態	700MHz端末を使用しない状態。 基本的には測位のみが動作している状態で、測位検証時の使用を想定。
5	終期状態	異常が発生してこれ以上の処理を実施しないと判断した際、もしくはサービス停止する際に遷移する状態。 確立している接続の切断処理、Android測位停止といった終期化処理を行います。

表 9-5 歩処理メイン イベント一覧

No.	イベント名	概要
1	初期化	サービス起動時、状態遷移に最初に投入されるイベント。
2	位置情報受信(歩行者)	GNSS、またはAndroidの測位が完了して位置情報が確定した際のイベント。
3	位置情報受信(車両)	700MHz帯通信を介して車両から位置情報が通知された際のイベント。
4	POS送信契機	例えば、GNSSから5秒周期で位置情報が通知される場合で、しかし車両側へは1秒周期で送信したいとの要件あり。 その際に、車両側への位置情報送信契機となるイベント。 ※現状サポートしない
5	700MHz電源変化通知	700MHz端末に対して電源ON/OFFコマンド投入が為された際の通知イベント。
6	異常発生	Bluetooth受信処理等、状態遷移の処理スレッドとは別で異常が発生したことを通知するイベント。
7	終期化	サービス停止時、状態遷移に最後に投入されるイベント。

### 9.1.1.4.2.2. 状態遷移

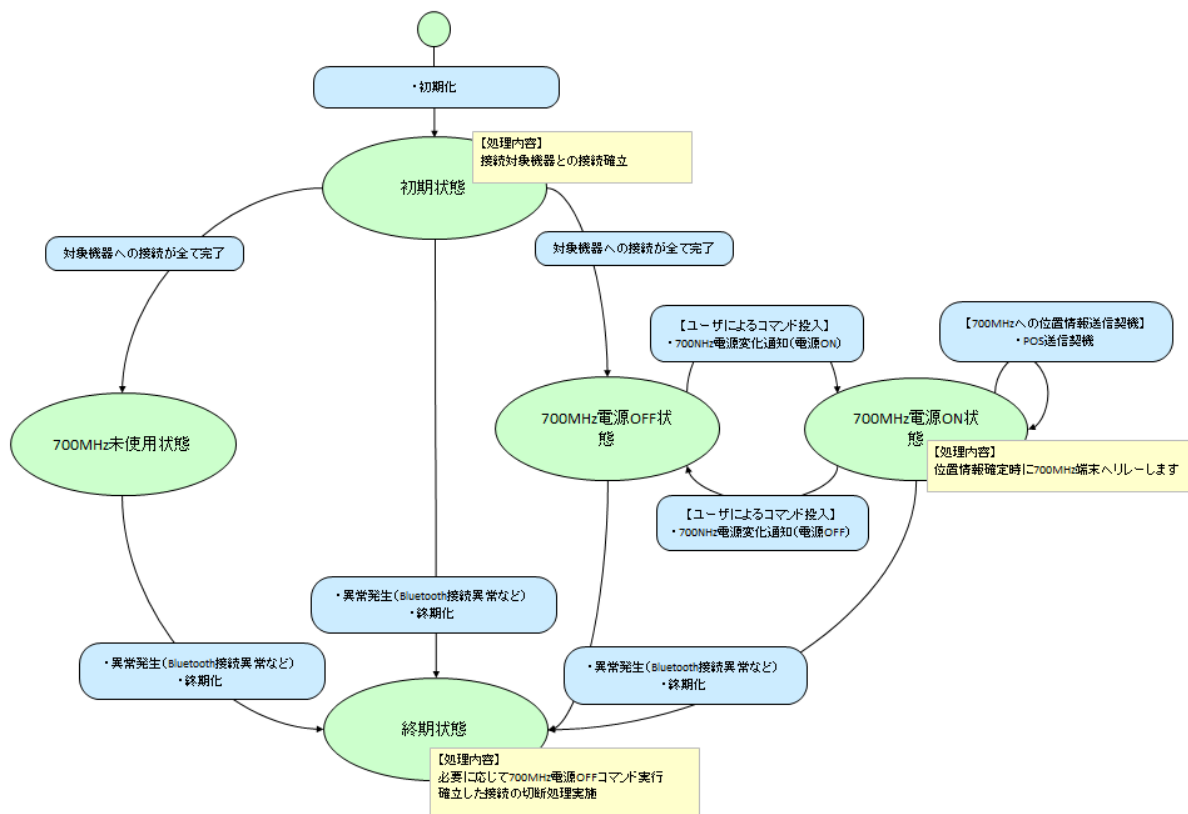


図 9-18 歩処理メイン 状態遷移図

表 9-6 歩処理メイン 状態遷移表

		①初期状態	②700MHz電源OFF	③700MHz電源ON	④700MHz未使用	⑤終期状態	備考
		Initiave State	P2vPowerOffState	P2vPowerOn State	P2vUnuse State	Finlave State	
初期化	init	・初期化処理(※2) 700MHz未使用状態 →④ 700MHz電源OFF状態 →② 異常発生時 →⑤ 初期化処理中の初期化イベント発生 →⑤					
位置情報受信	歩行者		-	・受け付けた位置情報はGPS(※1)を生成・送信	-	-	
	車両		-	-	-	-	
POS(※1)通信受信	triggerSendPos						未実施(※1)
700MHz電源変化通知	notifyP2vPowerChange		・引数=true →②	・引数=false →③			イベント引数に下記がある true: 電源ON false: 電源OFF
異常発生	error		-	・引数=Onssの場合は、700MHz電源OFF →⑤	-	-	イベント引数に下記がある Onss: GNSSで異常発生 P2v: 700MHzで異常発生
終期化	fini		・終期化処理(※4) →⑤	・700MHz電源OFF 終期化処理(※4) →⑤	・終期化処理(※4) →⑤	・終期化処理(※4) →⑤	

(※1): 700MHz電源OFF状態から、歩行者/車両コマンド、コマンドを格納した位置情報を送信する  
 (※2): 初期化処理では、以下の処理を実施する。  
 ・接続済み状態の取得、及びその接続処理 [処理対象]はGNSS、700MHz、Android標準Location  
 ※接続処理の完了を状態遷移の処理スレッドを止めて待ち合わせる  
 (※3): 終期化処理では、以下の処理を実施する。  
 ・端末への接続解除 [処理対象]はGNSS、700MHz、Android標準Location

### 9.1.1.4.3. Bluetooth 接続

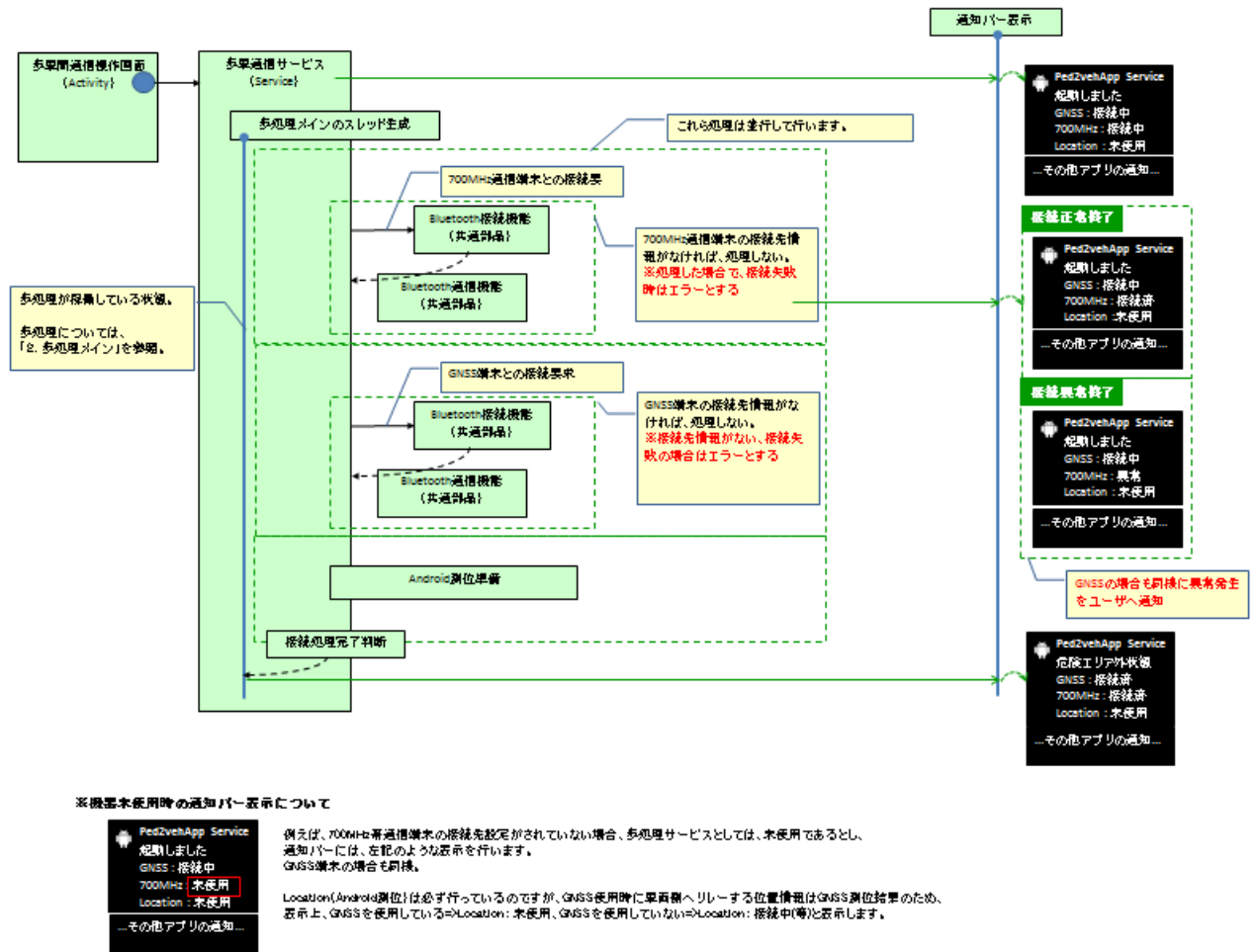


図 9-19 Bluetooth 接続処理の流れ

### 9.1.1.5. Bluetooth 通信制御

#### 9.1.1.5.1. 概要

Bluetooth 通信制御が扱うメッセージは、以下の2つとする。

##### ●請求コマンド要求 - 請求コマンド応答

歩処理側から対向端末へ送信する要求メッセージ

この要求メッセージには更に次の2つの種類が存在する。

- ・請求コマンド(応答あり)：対向端末からの応答メッセージを期待する要求メッセージ。  
「請求コマンド」と表現する際はこちらのコマンドを指す。
- ・請求コマンド(応答なし)：要求を送信後に対向端末からの応答メッセージを期待しない(応答がなく送信のみの)要求メッセージ。  
「コマンド」と表現する際はこちらのコマンドを指す。

##### ●非請求イベント

歩処理からの要求とは関係なく、対向機から送信されたイベントメッセージ

「イベント」と表現する際は、この非請求イベントを指す。

#### 9.1.1.5.1. 処理イメージ

##### 9.1.1.5.1.1. 請求コマンド送信処理

請求コマンド要求の送信は、シリアル(1度に1個のコマンドのみ実行)とする。そのため、マルチスレッドから並行して送信要求を受けた際には、先発から実行し、応答が返って処理が完了するまで、後発は実行しない。

また、要求キューは排他制御で処理待ち行列とすることで実現する。なお、通信メッセージ規定でパラメータチェックがある場合、送信時にそのチェックを行い、問題がある場合は送信を実行せず、要求元にエラーを通知する。

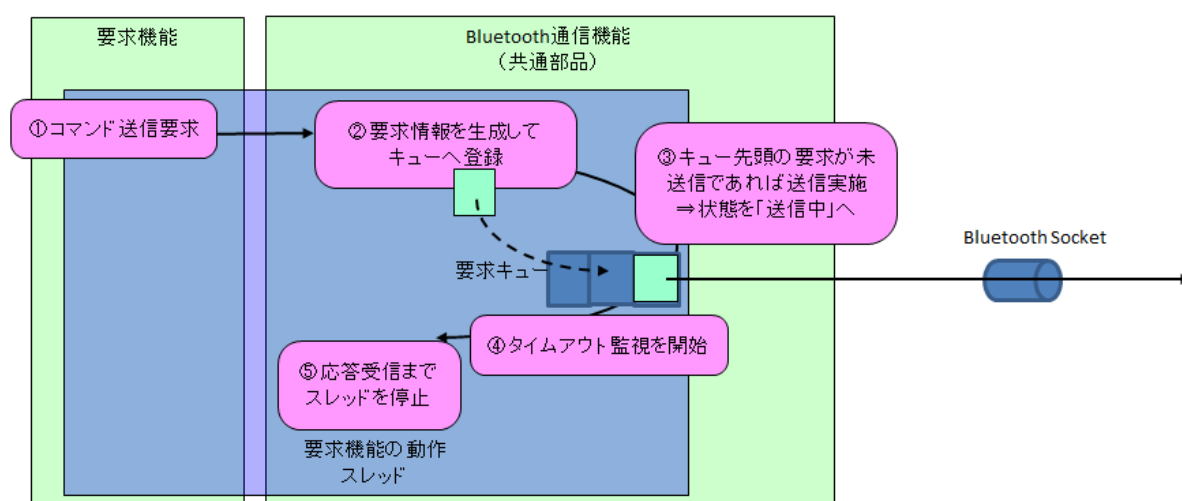


図 9-20 処理イメージ(請求コマンド送信処理)

### 9.1.1.5.1.2. 請求コマンド応答受信処理

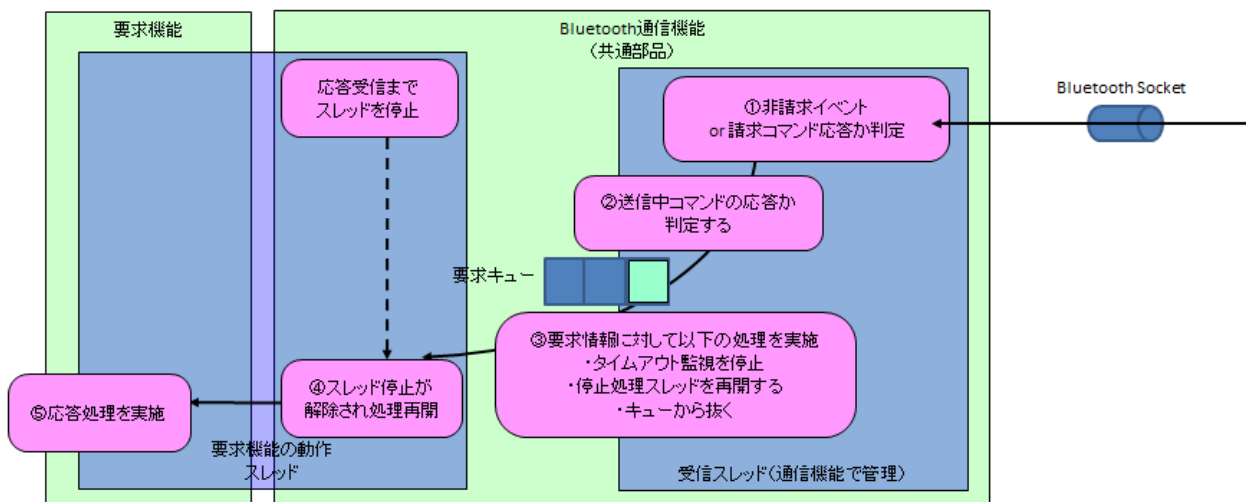


図 9-21 処理イメージ(請求コマンド応答受信処理)

### 9.1.1.5.1.3. 非請求イベント受信処理

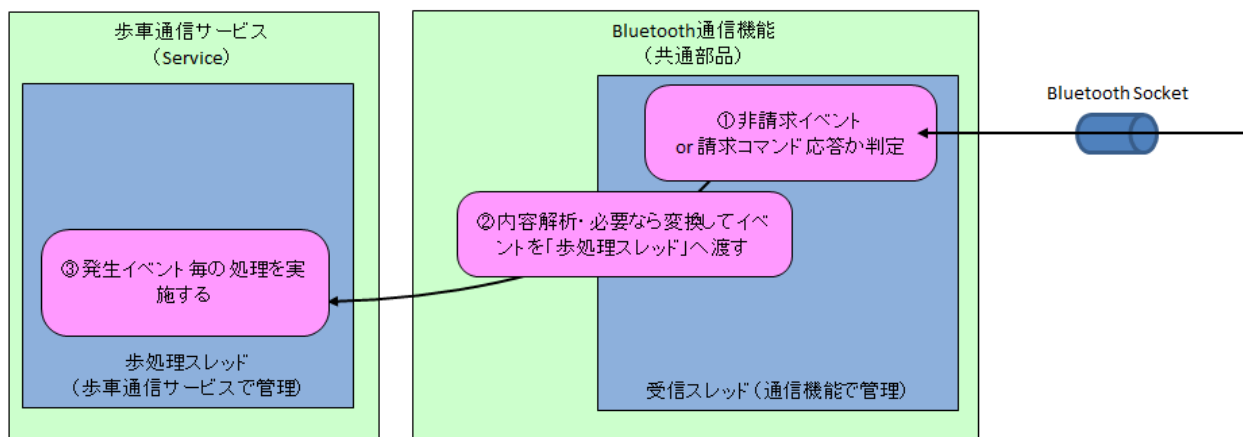


図 9-22 処理イメージ(非請求イベント受信処理)

## 9.1.2. 測位誤差検証制御

### 9.1.2.1. システム概要

GNSS 測位の精度を検証するため、実際の自己位置をマップ上へ登録し、衛星測位結果との誤差を計算・記録する処理を行う。図 9-23 にシステム構成図、表 9-7 に機能一覧を示す。

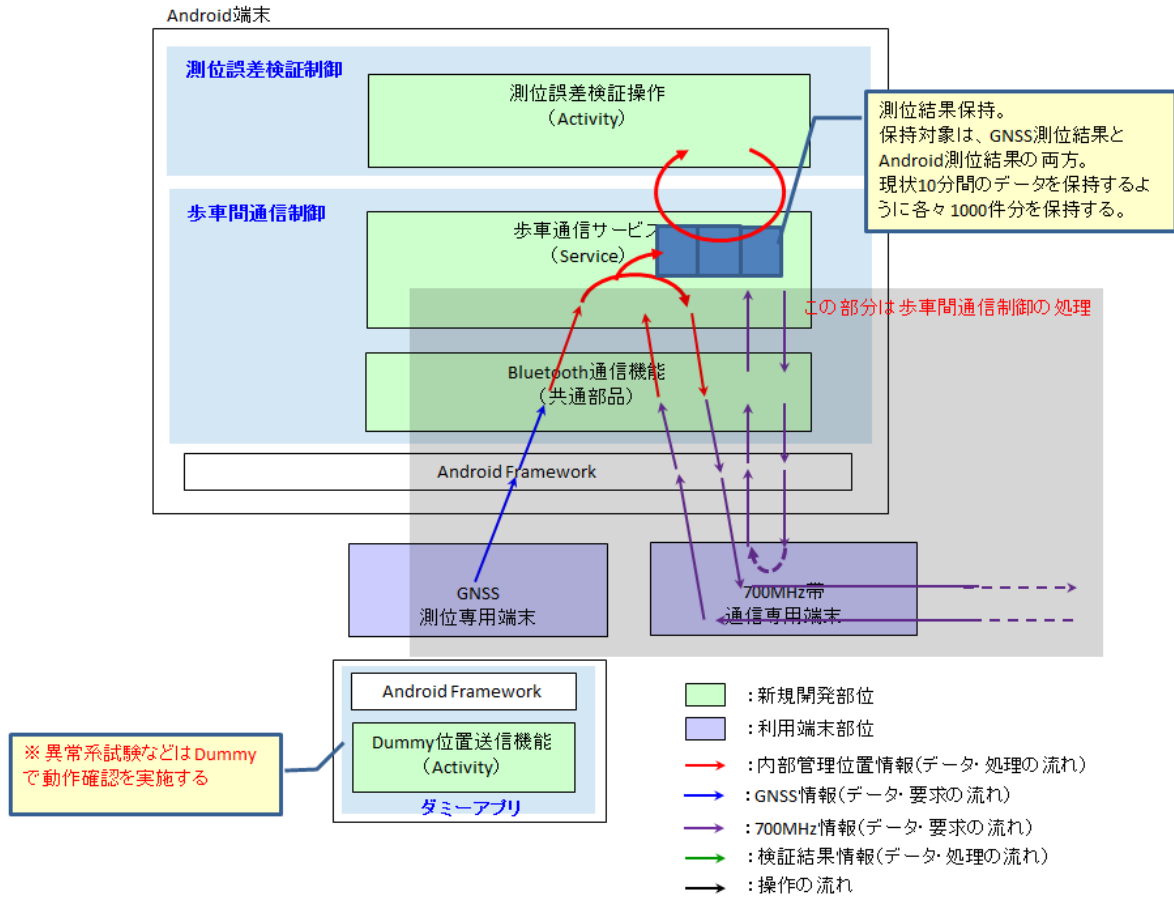


図 9-23 測位誤差検証制御 システム構成図

表 9-7 測位誤差検証制御 機能一覧

機能名	内容
測位結果表示	1秒毎にGNSS、Android 測位結果を表示し、移動経路も過去10分間分を表示する。 過去2秒間測位できなかったかどうかで表示を切り替え、表示されている測位結果が最新のものを判別可能にする。
現在地移動	「現在地へ移動」ボタンを用意し、最新の測位結果位置へ表示を移動する。
現在地指定	自己位置をマップ上でロングタップすることで、その時の最新測位結果との誤差をマップ上に表示する。 ポップアップ表示にて、誤差を記録するかどうかを、ユーザへ確認する。
測位誤差記録	ユーザの測位誤差記録操作により誤差情報を記録する。

### 9.1.2.2. 制御概要

#### 9.1.2.2.1. 測位誤差検証画面起動

TOP画面のメニューから測位誤差検証画面を起動する。

画面を起動した時点から、1秒毎に測位結果表示処理が動作する。

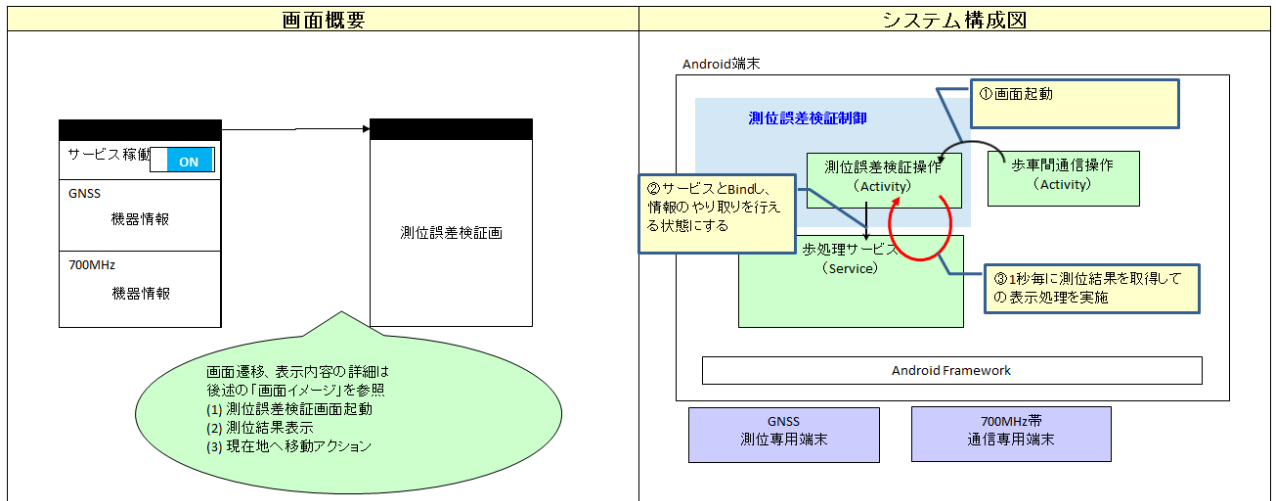


図 9-24 画面及びシステム概要(測位誤差検証画面起動)

### 9.1.2.2.2. 測位誤差記録

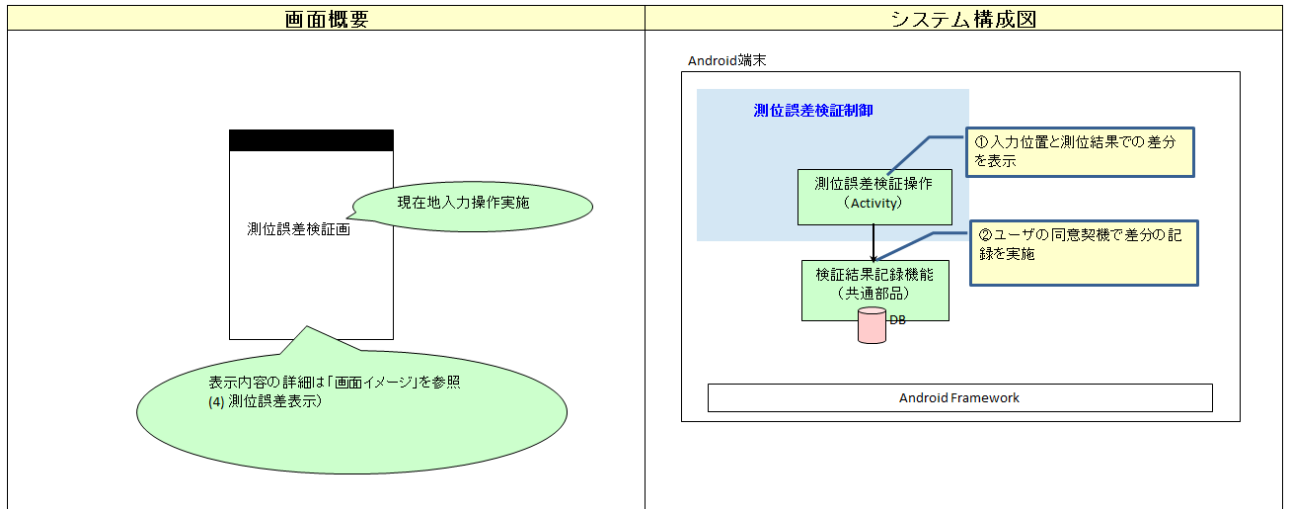


図 9-25 画面及びシステム概要(測位誤差記録)

### 9.1.2.3. 画面イメージ

#### 9.1.2.3.1. 測位誤差検証画面起動

測位誤差検証画面起動の画面操作イメージを以下に示す。

##### 9.1.2.3.1.1. 測位誤差検証メニュー選択 (サービス稼働中)

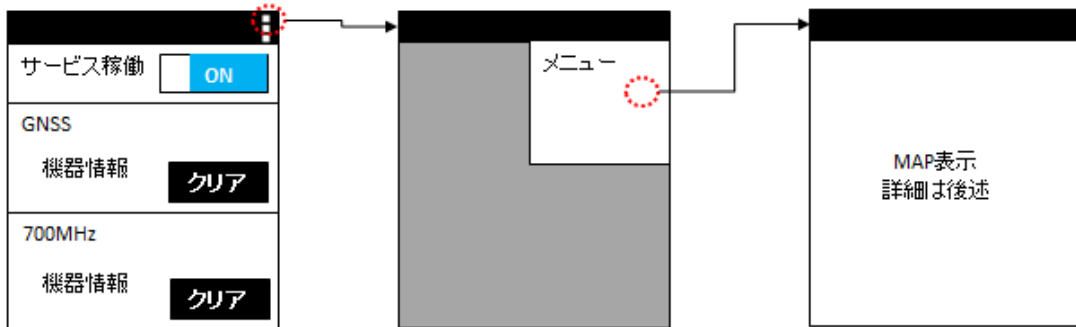


図 9-26 画面操作イメージ(測位誤差検証メニュー選択、サービス稼働中)



### 9.1.2.3.1.2. 測位誤差検証メニュー選択（サービス未起動状態）

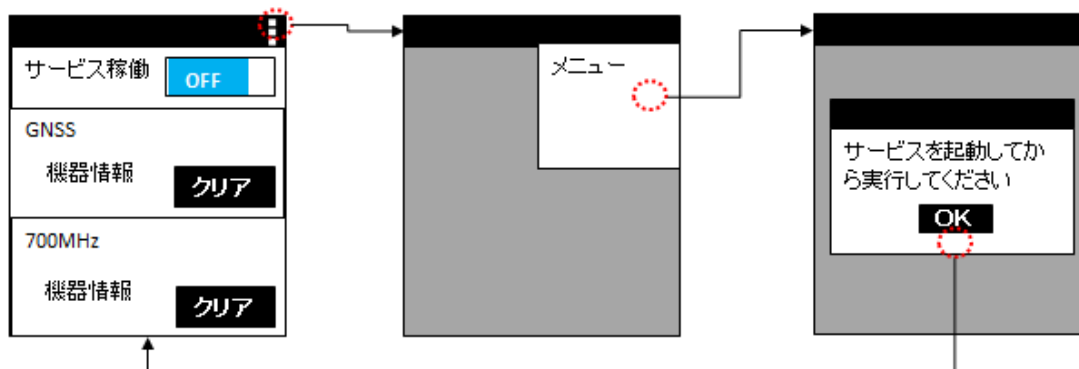


図 9-27 画面操作イメージ(測位誤差検証メニュー選択、サービス未起動状態)

### 9.1.2.3.2. 測位結果表示

測位結果のマップ表示内容を以下に示す。

#### 9.1.2.3.2.1. GNSS、Android 共に測位結果無し（画面起動時から）



図 9-28 画面操作イメージ(測位結果表示、GNSS、Android 共に測位結果無し)

### 9.1.2.3.2.2. GNSS、Android 共に測位結果あり



図 9-29 画面操作イメージ(測位結果表示、GNSS、Android 共に測位結果あり)

### 9.1.2.3.2.3. GNSS のみ測位結果あり

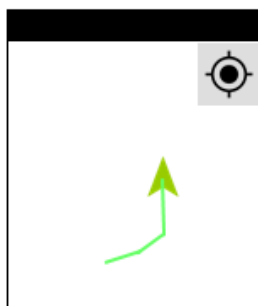


図 9-30 画面操作イメージ(測位結果表示、GNSS のみ測位結果あり)

### 9.1.2.3.2.4. Android のみ測位結果あり

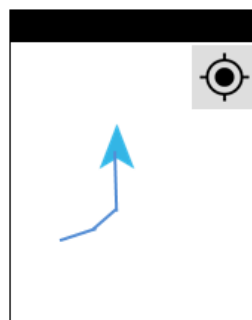


図 9-31 画面操作イメージ(測位結果表示、Android のみ測位結果あり)

#### 9.1.2.3.2.5. GNSS、Android 共に測位結果無し（測位結果が途絶えた場合）

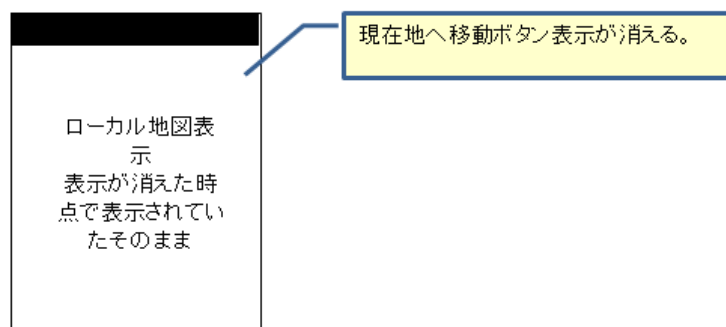


図 9-32 画面操作イメージ(測位結果表示、GNSS、Android 共に測位結果が途絶えた場合)

#### 9.1.2.3.3. 現在地移動

「現在地移動」ボタンをタップすることで、その時点の現在地をマップの中央に表示するように地図表示を移動する。以下の優先順位にて現在地を表示する。

- ①GNSS 測位結果で移動経路表示時間内のものがあれば、その最新測位結果
- ②上記以外で Android 測位結果として移動経路表示時間内のものがあれば、その最新測位結果
- ③上記以外の場合、「現在地移動」ボタンを表示しない

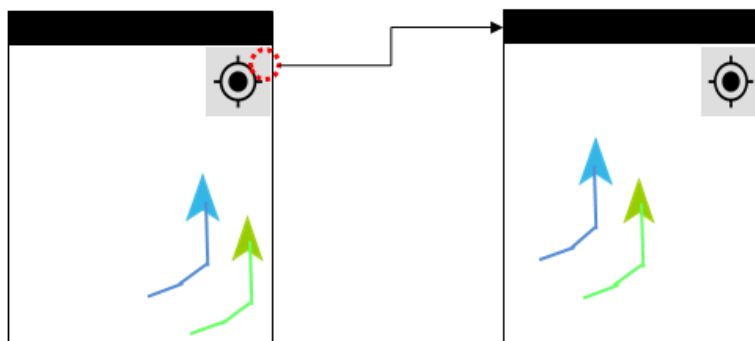


図 9-33 画面操作イメージ(現在地移動)

#### 9.1.2.3.4. 測位誤差表示

##### 9.1.2.3.4.1. GNSS、Android 共に測位結果無し

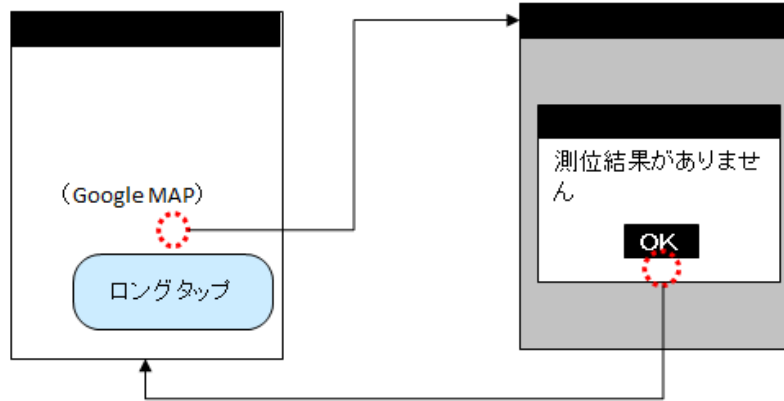


図 9-34 画面操作イメージ(測位誤差表示、GNSS、Android 共に測位結果無し)

##### 9.1.2.3.4.2. GNSS、Android 共に測位結果あり (過去 2 秒以内)

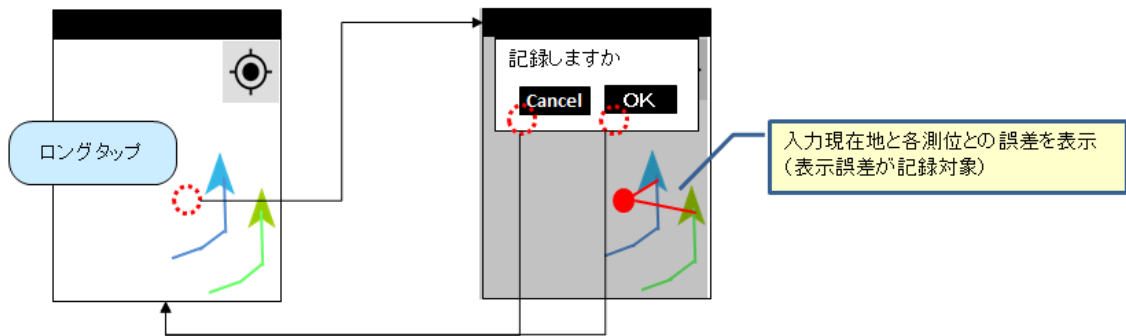


図 9-35 画面操作イメージ(測位誤差表示、GNSS、Android 共に過去 2 秒以内の結果あり)

#### 9.1.2.3.4.3. GNSSのみ測位結果あり（Androidは過去2秒以内の測位無し）

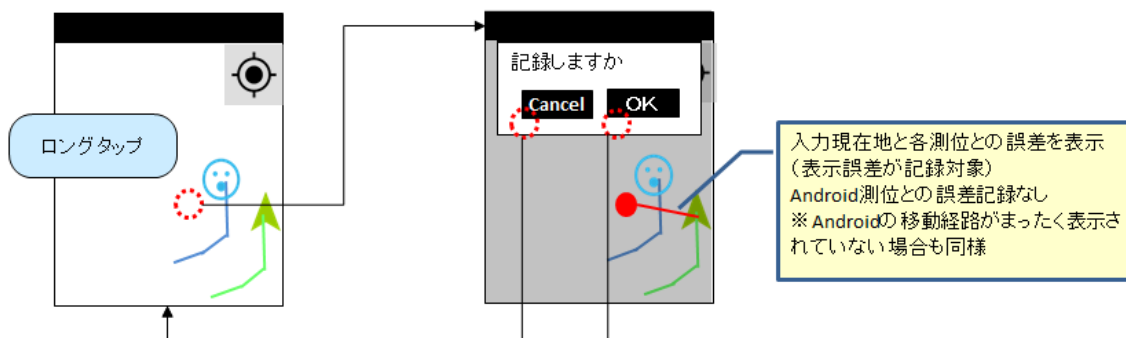


図 9-36 画面操作イメージ(測位誤差表示、GNSSのみ過去2秒以内の結果あり)

#### 9.1.2.3.4.4. Androidのみ測位結果あり（GNSSは過去2秒以内の測位無し）

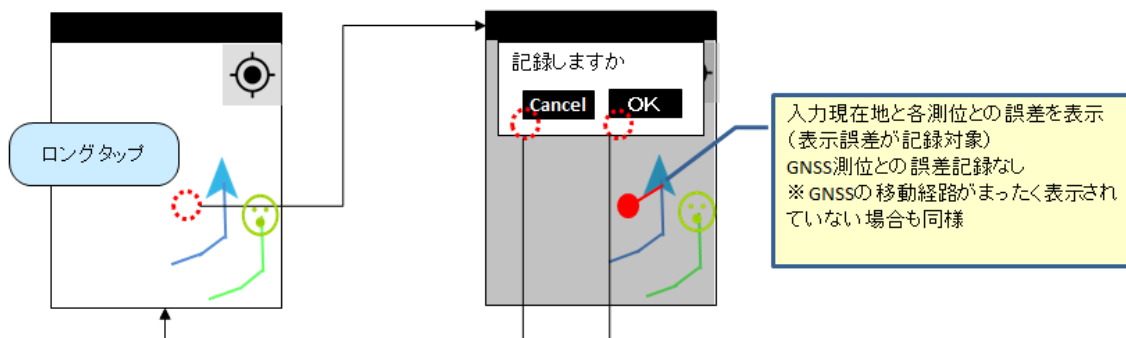


図 9-37 画面操作イメージ(測位誤差表示、Androidのみ過去2秒以内の結果あり)

### 9.1.3. 検証結果転送制御

#### 9.1.3.1. システム概要

Android 端末での検証結果をサーバへ転送し、一括管理/解析するための転送処理を行う。

図 9-38 にシステム構成図、表 9-8 に機能一覧を示す。

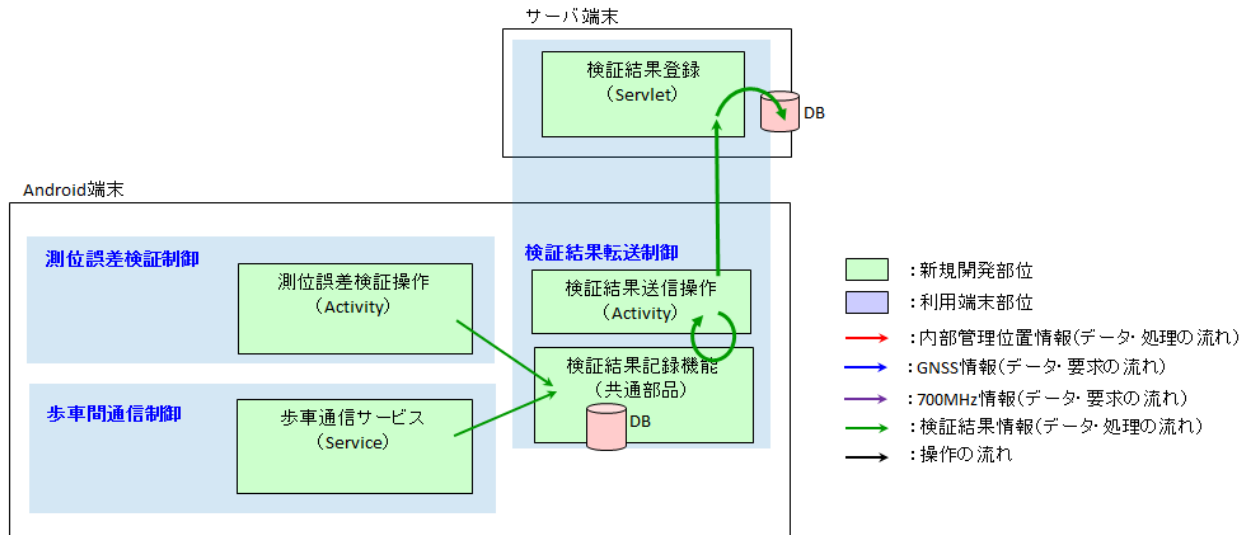


図 9-38 検証結果転送制御 システム構成図

表 9-8 検証結果転送制御 機能一覧

機能名	内容
検証結果記録機能	各検証で発生した記録対象のデータを Android 端末内で記録
検証結果送信機能	蓄えていた検証データをサーバへ送信

### 9.1.3.2. 制御概要

#### 9.1.3.2.1. 検証結果送信画面起動

TOP 画面のメニューから検証結果送信画面を起動する。

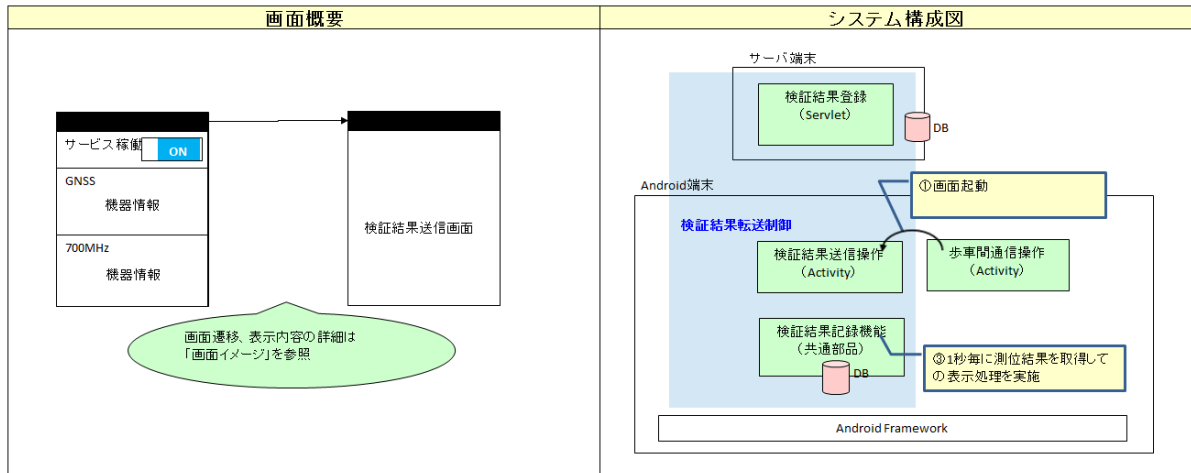


図 9-39 画面及びシステム概要(検証結果送信画面起動)

#### 9.1.3.2.2. 送信実行

"位置情報"、"位置情報+デバック情報"の2通りの送信を可能とし、送信が完了した検証結果は Android 端末のデータベースから削除する。また、"位置情報"を送信した際、その位置情報と共に記録していたデバック情報も削除する。

送信は 1000 件ずつ、"位置情報"、"デバック情報"の順で分割してサーバへ転送する。

異常発生時、その直前に送信済みの情報はサーバのデータベースに保存されるため、Android 端末のデータベースから削除する。異常発生後の送信情報については、Android 端末のデータベースに残す。

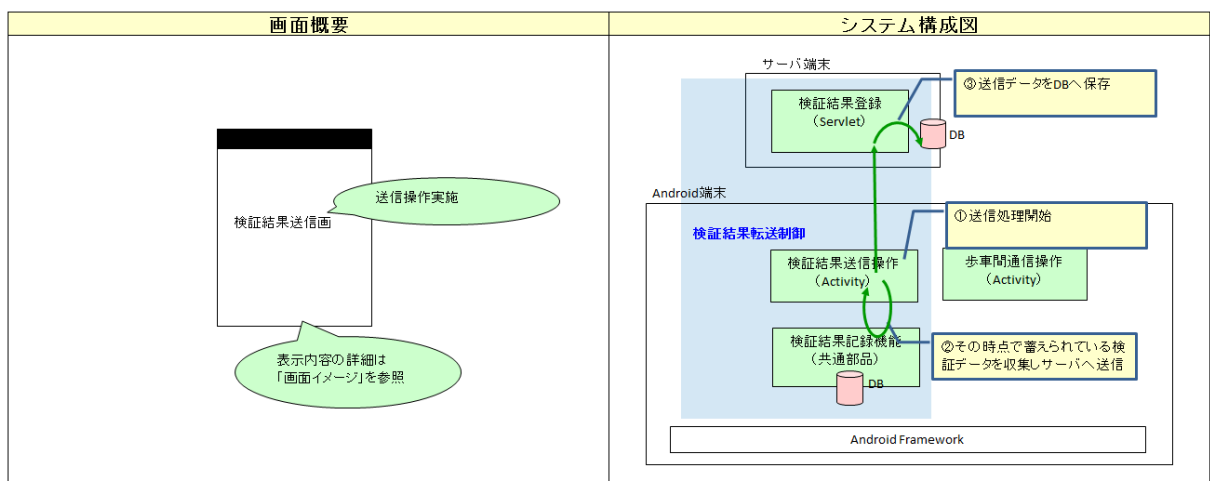


図 9-40 画面及びシステム概要(送信実行)

### 9.1.3.3. 画面イメージ

#### 9.1.3.3.1. 検証結果送信制御開始

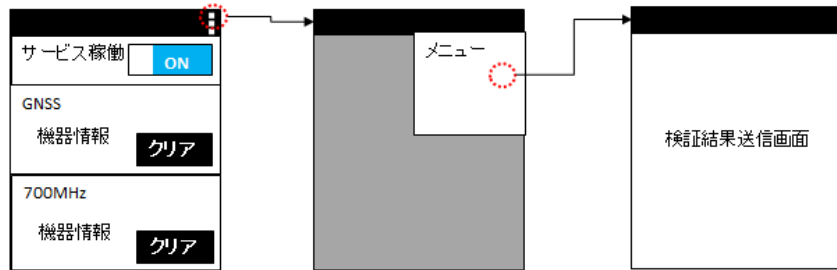


図 9-41 画面操作イメージ(検証結果送信制御開始)

#### 9.1.3.3.2. 検証結果送信操作

##### 9.1.3.3.2.1. 送信先 URL 未入力

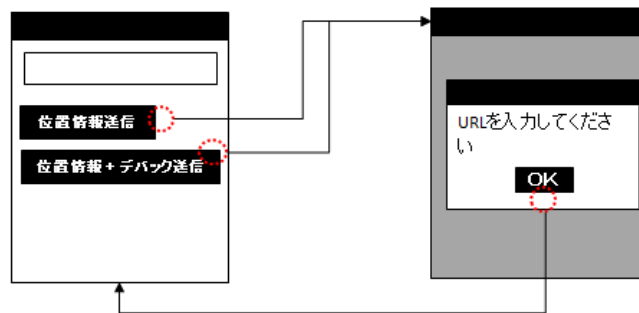


図 9-42 画面操作イメージ(検証結果送信操作、送信先 URL 未入力)

##### 9.1.3.3.2.2. 送信実施

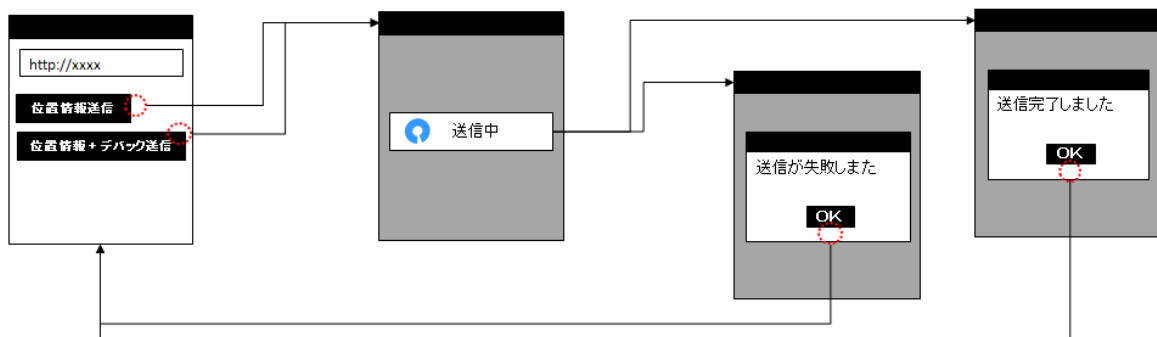


図 9-43 画面操作イメージ(検証結果送信操作、送信実施)



## 9.2. 測位実験データ

6.2.3 節では測位実験結果として、主として端末を帽子上に固定した際の結果を示した。本節では、その他の端末携行状態として、試験者の胸ポケット内格納時、及び、カバン内格納時の測位実験結果を中心に示す。

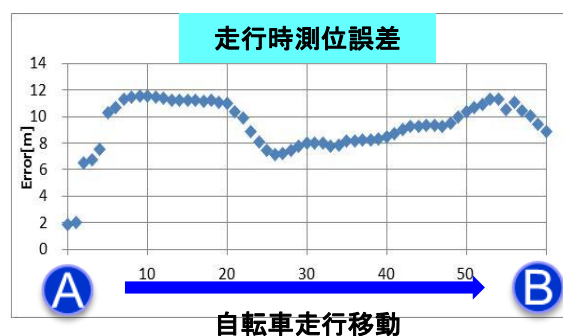
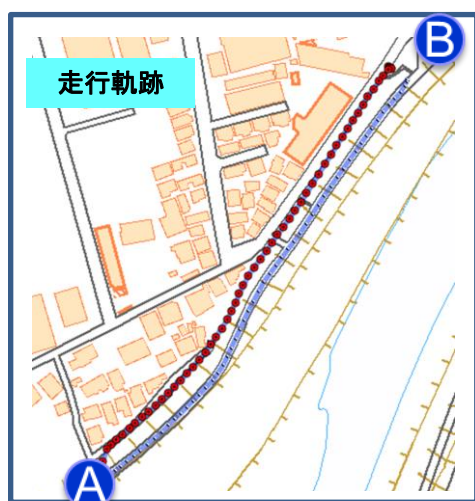
### 9.2.1. 開放地

#### 9.2.1.1. 自転車走行

b) 端末保持状態：試験者の胸ポケット内

表 9-9 測位精度評価結果（水平誤差、胸ポケット内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
往路 1 回目	9.27	11.56	1.83	2.00	13.26
往路 2 回目	5.95	9.04	2.33	1.47	8.90
往路 3 回目	15.02	32.83	1.99	10.42	35.87
復路 1 回目	2.16	3.44	0.60	0.67	3.50
復路 2 回目	4.12	6.90	0.10	1.71	7.53
復路 3 回目	9.53	12.22	4.35	2.50	14.53
平均	7.68	12.67	1.87	3.13	13.93



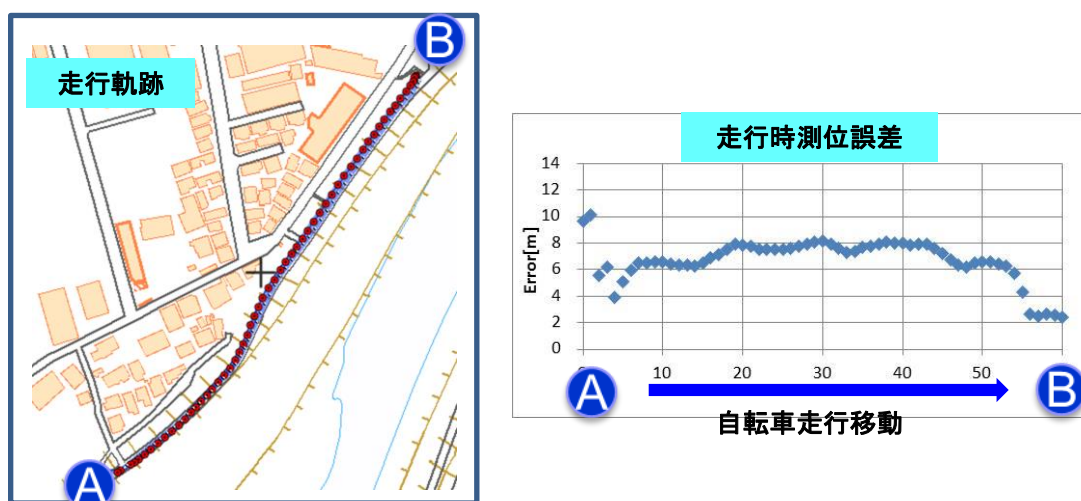
地図データ出典：国土地理院ホームページ

図 9-44 歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差（往路 1 回目）

c) 端末保持状態：カバン内

表 9-10 測位精度評価結果（水平誤差、カバン内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
往路 1 回目	6.71	10.13	2.40	1.62	9.94
往路 2 回目	6.80	13.01	0.96	2.38	11.57
往路 3 回目	2.50	6.42	0.71	1.06	4.62
復路 1 回目	2.96	5.13	0.80	1.11	5.17
復路 2 回目	3.02	5.06	0.84	1.09	5.19
復路 3 回目	3.91	5.93	0.34	1.31	6.54
平均	4.32	7.61	1.01	1.43	7.17



地図データ出典：国土地理院ホームページ

図 9-45 歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差（往路 1 回目）

## 9.2.2. 市街地

### 9.2.2.1. 静止

b) 端末保持状態：試験者の胸ポケット内

表 9-11 測位精度評価結果（水平誤差、胸ポケット内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1回目	15.08	33.91	3.17	4.91	24.90
2回目	58.93	78.29	52.19	4.55	68.02
3回目	8.63	51.95	0.54	12.28	33.19
4回目	16.08	19.41	5.78	3.02	22.11
5回目	19.08	64.57	13.28	5.06	29.21
平均	23.56	49.63	14.99	5.96	35.49

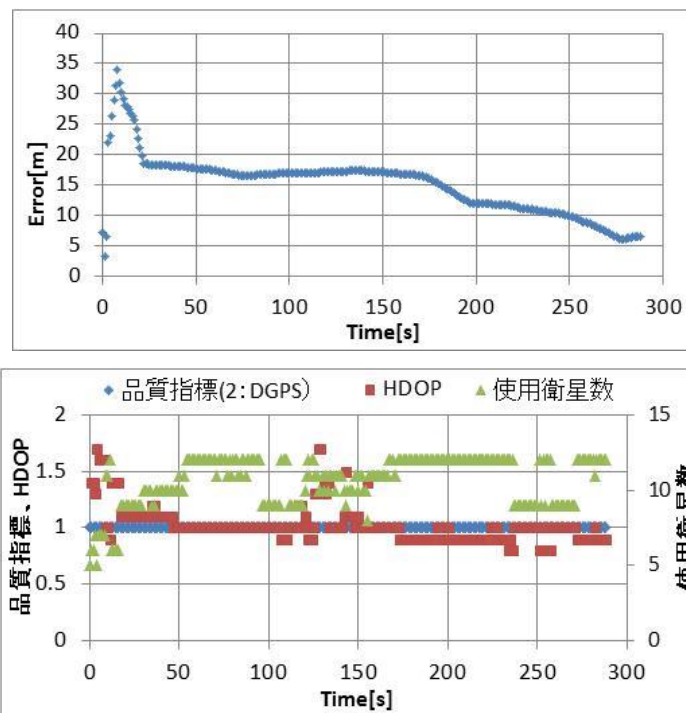


図 9-46 市街地での測位誤差（静止、1回目）

c) 端末保持状態：カバン内

表 9-12 測位精度評価結果（水平誤差、カバン内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1回目	35.63	46.06	30.18	4.73	45.10
2回目	15.78	29.61	6.14	6.60	28.97
3回目	17.52	24.43	1.81	6.53	30.57
4回目	30.49	43.04	20.86	4.58	39.65
5回目	19.81	37.38	11.58	6.10	32.02
平均	17.69	25.14	8.68	4.84	27.38

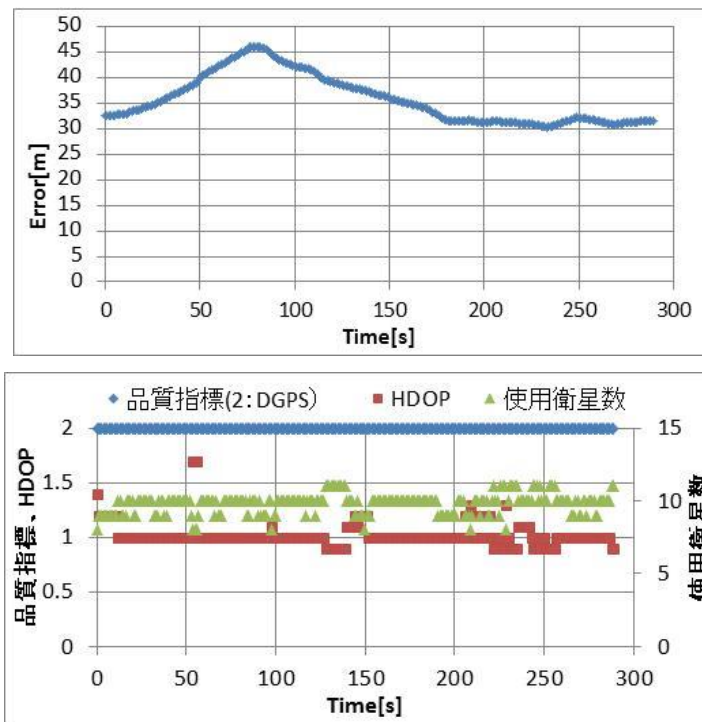


図 9-47 市街地での測位誤差（静止、1回目）

### 9.2.3. 高層ビル街

#### 9.2.3.1. 静止

b) 端末保持状態：試験者の胸ポケット内

表 9-13 測位精度評価結果（水平誤差、胸ポケット内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	43.90	82.85	16.65	16.51	76.93
2 回目	35.24	52.78	0.64	12.76	60.77
3 回目	35.32	62.77	5.65	16.41	68.15
4 回目	42.78	62.39	1.04	11.94	66.67
平均	39.31	65.20	5.99	14.41	68.13

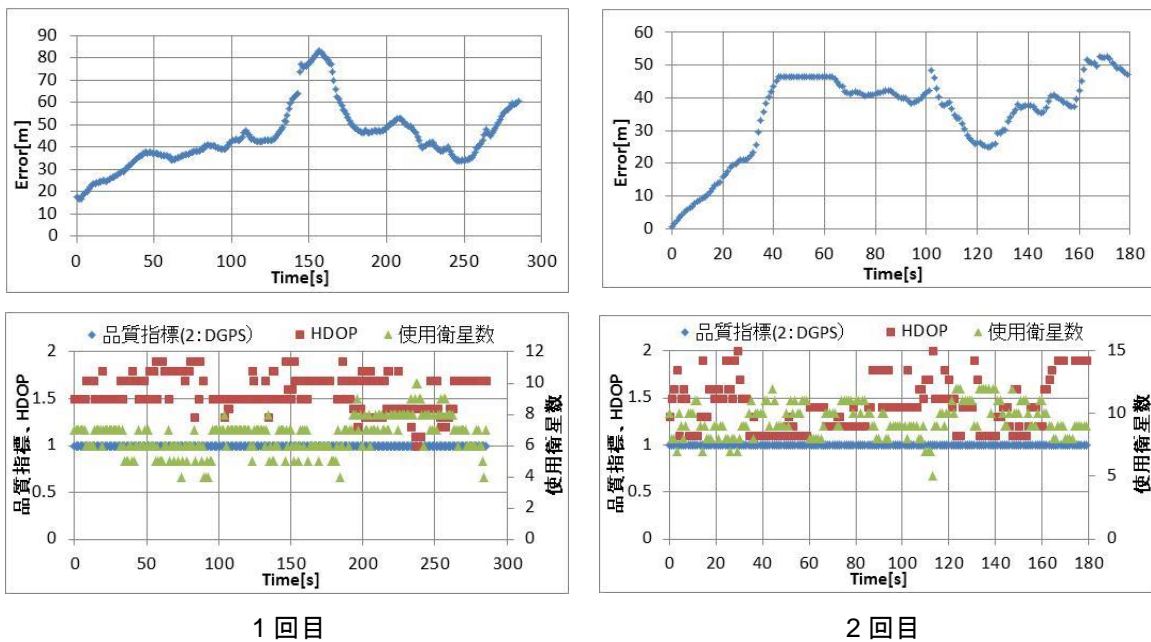


図 9-48 高層ビル街での測位誤差（静止、1 回目、2 回目）

c) 端末保持状態：カバン内

表 9-14 測位精度評価結果（水平誤差、カバン内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	3.03	3.71	2.19	0.39	3.82
2 回目	8.50	13.60	2.69	2.65	13.80
3 回目	7.40	10.57	2.94	2.38	12.16
4 回目	10.98	13.27	6.89	1.17	13.32
平均	7.48	10.29	3.68	1.65	10.77

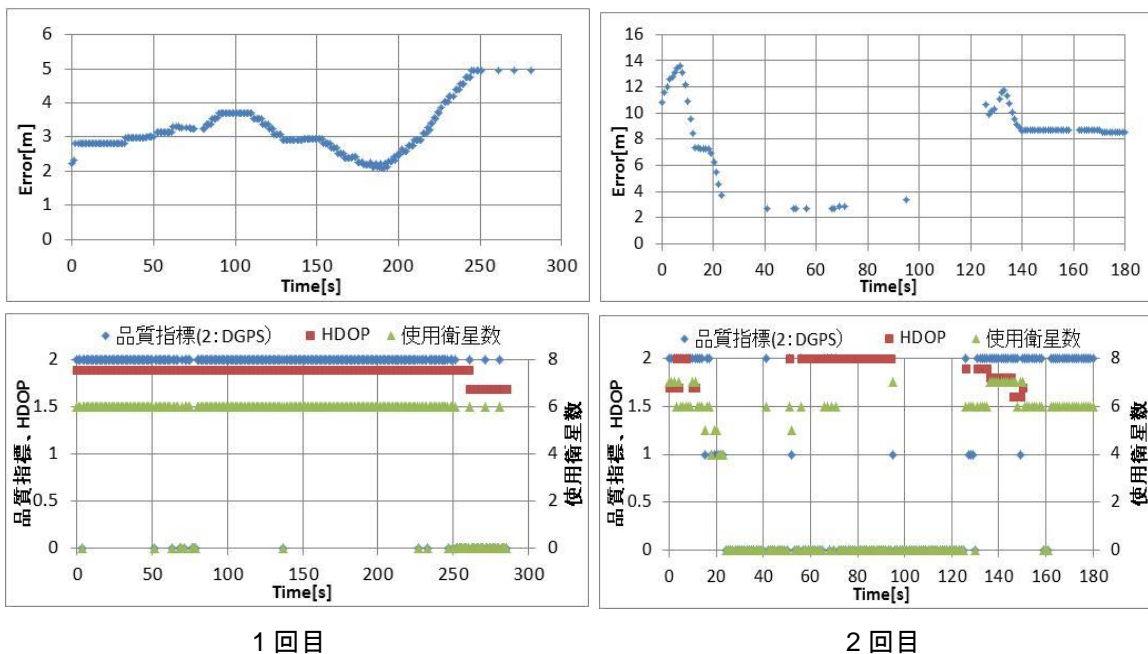


図 9-49 高層ビル街での測位誤差（静止、1 回目、2 回目）

### 9.2.3.2. 歩行

b) 端末保持状態：試験者の胸ポケット内

表 9-15 測位精度評価結果（水平誤差、胸ポケット内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	20.17	47.52	0.04	13.28	46.72
2 回目	11.39	130.99	0.03	18.69	48.77
3 回目	8.54	53.59	0.03	8.66	25.86
4 回目	14.15	32.34	0.13	8.39	30.94
平均	13.56	66.11	0.06	12.25	38.07

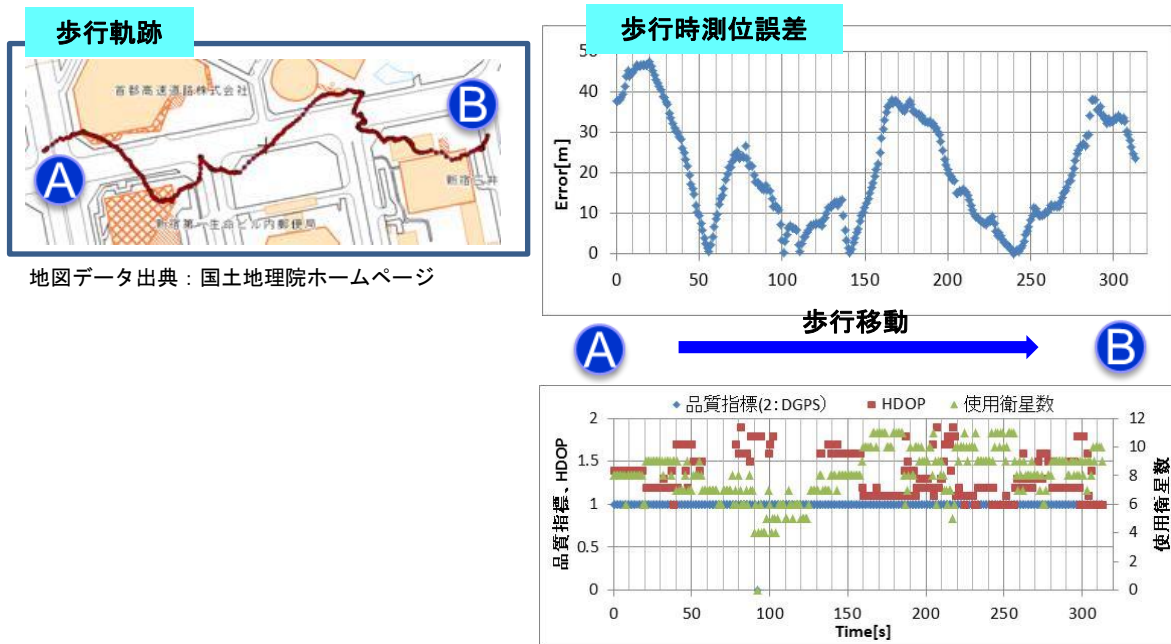


図 9-50 歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差（1 回目）

c) 端末保持状態：カバン内

表 9-16 測位精度評価結果（水平誤差、カバン内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	13.93	51.36	0.14	10.88	35.68
2 回目	12.49	46.16	3.11	9.61	31.70
3 回目	16.84	46.39	0.60	13.10	43.04
4 回目	17.74	51.73	0.06	8.85	35.44
平均	15.25	48.91	0.98	10.61	36.47

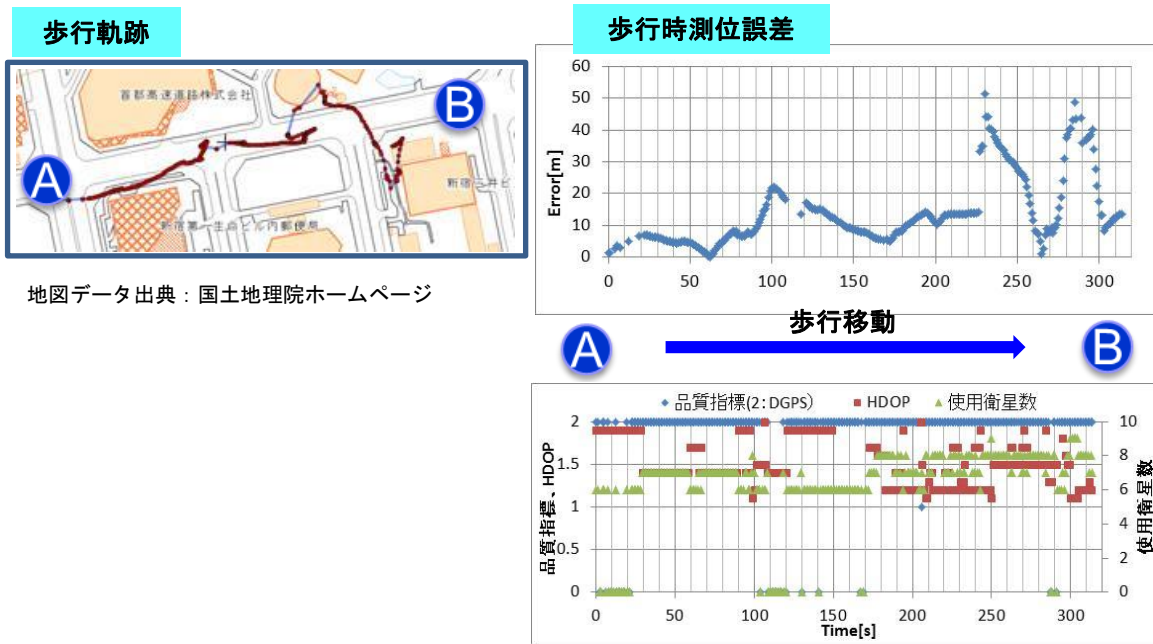


図 9-51 歩行軌跡、及び、各地点での測位誤差（1 回目）



## 9.2.4. 歩道橋

### 9.2.4.1. 歩行

b) 端末保持状態：試験者の胸ポケット内

表 9-17 測位精度評価結果（高度誤差、胸ポケット内）

	高度誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均 $\pm 2\sigma$
1回目	9.44	24.37	0.13	8.73	-8.01~26.90
2回目	-15.96	-20.50	9.60	3.37	-22.71~-9.21
3回目	2.80	10.34	0.05	4.91	-7.01~12.62
4回目	3.36	11.67	0.30	5.11	-6.86~13.58
平均	-0.09	6.47	2.52	5.53	-11.15~10.97

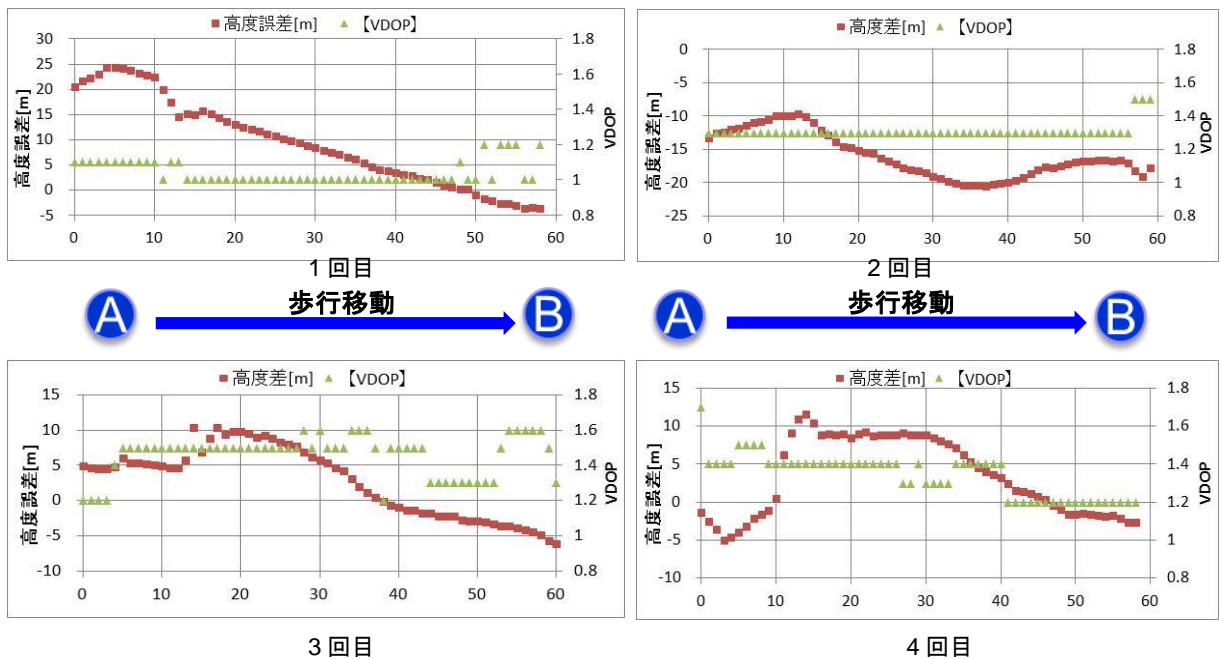


図 9-52 歩行時測位高度誤差

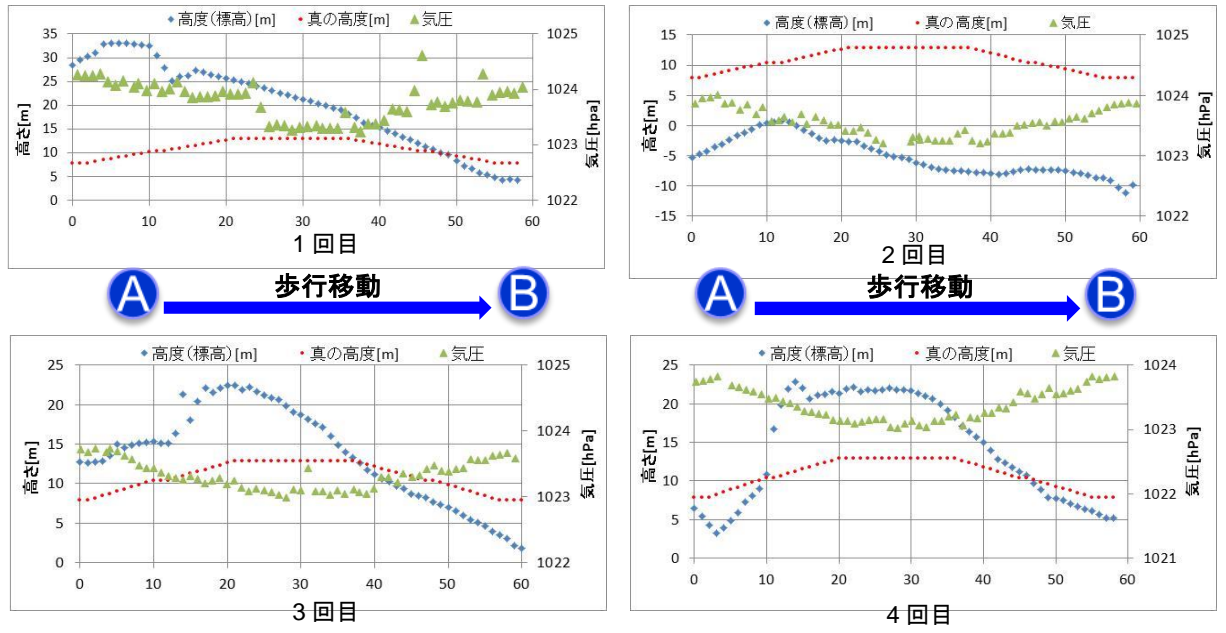


図 9-53 高度と気圧の関係

c) 端末保持状態：カバン内

表 9-18 測位精度評価結果（高度誤差、カバン内）

	高度誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均 $\pm 2\sigma$
1回目	17.25	22.49	12.40	3.16	10.92~23.58
2回目	7.32	11.44	3.66	2.67	1.97~12.67
3回目	2.08	-6.60	0.29	3.96	-5.83~10.00
4回目	29.25	58.90	2.16	17.31	-5.36~63.87
平均	13.98	21.56	4.63	6.78	0.43~27.53

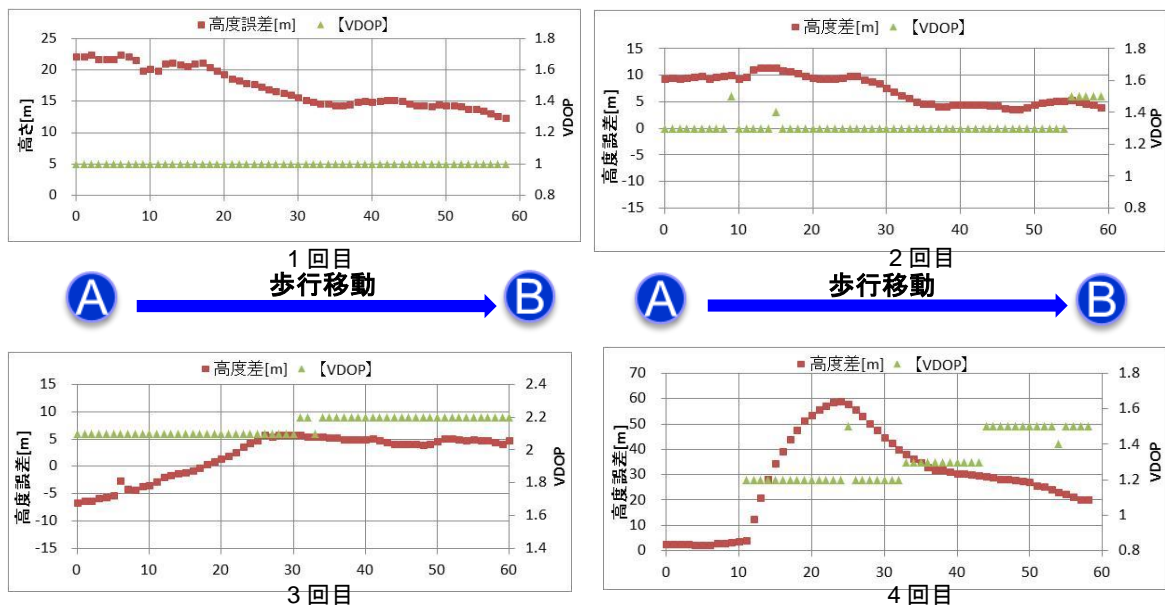


図 9-54 歩行時測位高度誤差

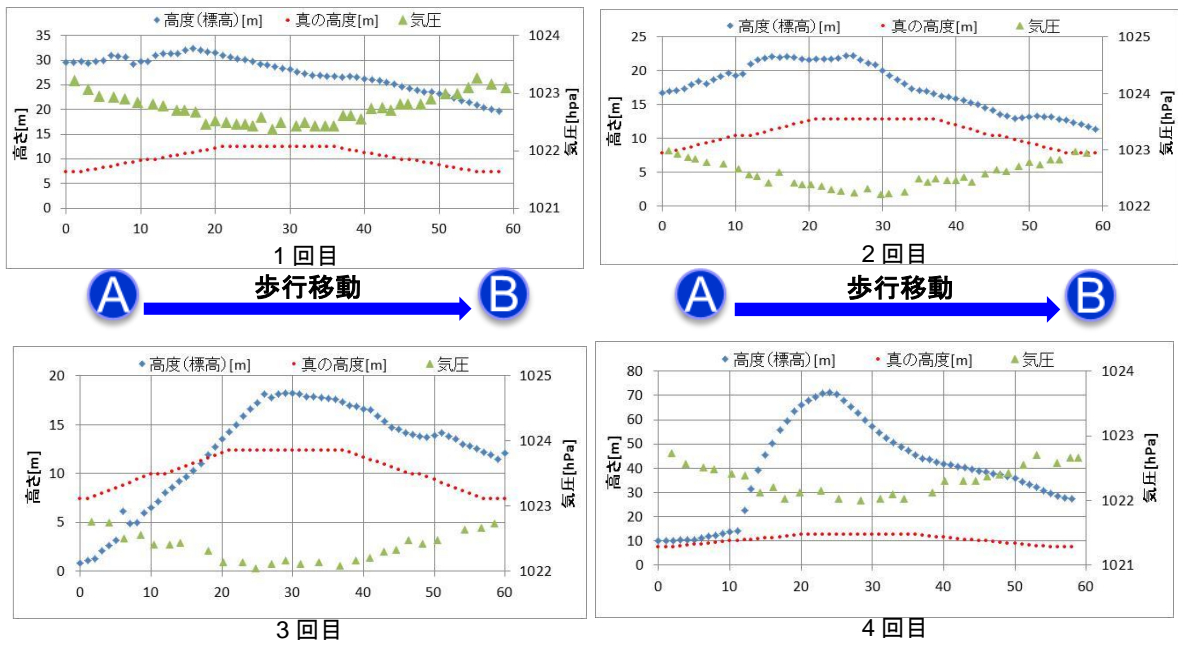


図 9-55 高度と気圧の関係

## 9.2.5. 高架道路上

### 9.2.5.1. 静止

b) 端末保持状態：試験者の胸ポケット内

表 9-19 測位精度評価結果（高度誤差、胸ポケット内）

	高度誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均 $\pm 2\sigma$
1回目	-9.67	-16.60	2.70	3.11	-15.90~-3.45
2回目	-5.29	-15.00	0.00	4.29	-13.87~-3.28
3回目	-7.67	-19.20	0.00	5.27	-18.20~2.86
4回目	-6.41	-10.40	0.10	2.83	-12.07~-0.75
5回目	-8.73	-16.20	0.10	4.48	-17.68~0.23
6回目	-13.52	-22.50	7.70	3.85	-21.23~-5.82
平均	-8.55	-16.65	1.77	3.97	-16.49~-0.61

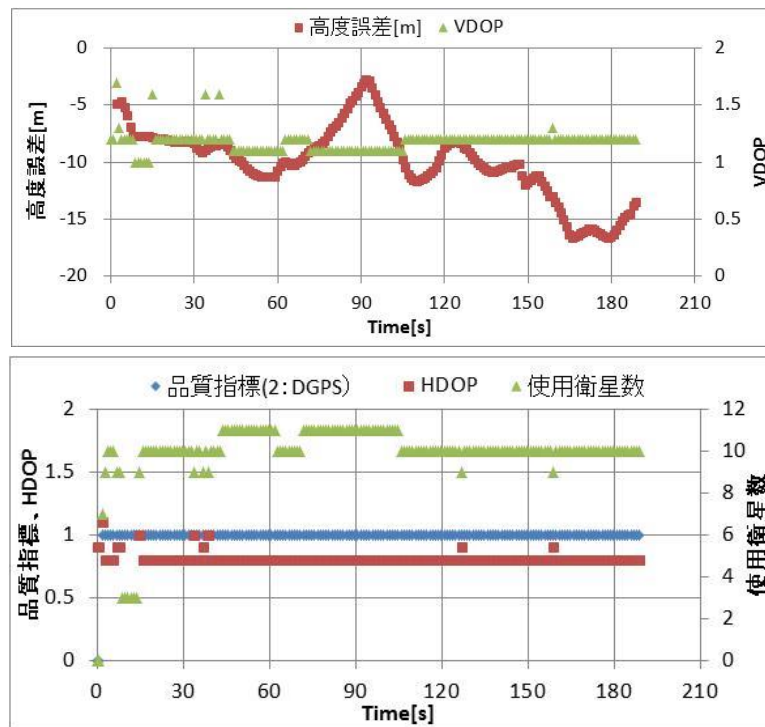


図 9-56 測位高度誤差（1回目）

c) 端末保持状態：カバン内

表 9-20 測位精度評価結果（高度誤差、カバン内）

	高度誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均 $\pm 2\sigma$
1回目	0.67	8.70	0.00	3.18	-5.70~7.04
2回目	0.47	-7.40	0.00	3.85	-7.24~8.17
3回目	-2.39	-8.40	0.00	4.20	-10.80~6.02
4回目	-3.61	-7.80	0.10	2.48	-8.58~1.36
5回目	-0.62	-7.60	0.00	3.82	-8.25~7.01
6回目	-1.26	-5.40	0.00	2.15	-5.57~3.04
平均	-1.12	-4.65	0.02	3.28	-7.69~5.44

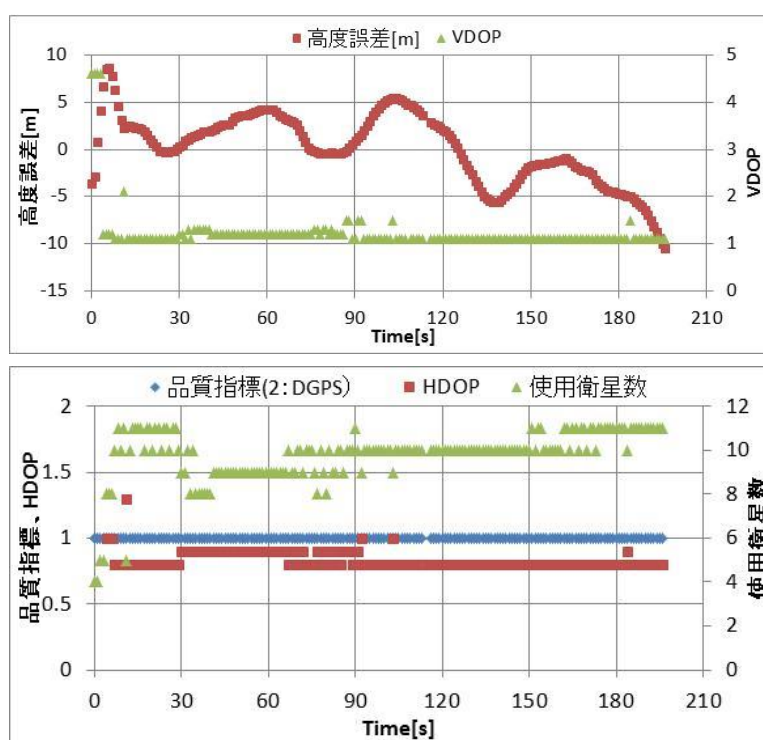


図 9-57 測位高度誤差（1回目）

## 9.2.6. 車内

### 9.2.6.1. 静止

b) 端末保持状態：試験者の胸ポケット内

表 9-21 測位精度評価結果（車内 水平誤差、胸ポケット内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1回目	3.55	4.43	2.97	0.40	4.36
2回目	10.06	17.07	6.62	2.64	15.33
3回目	3.37	9.43	1.30	1.57	6.50
4回目	1.33	7.38	0.33	1.40	4.12
5回目	1.46	3.12	0.13	1.05	3.56
平均	3.95	8.29	2.27	1.41	6.77

表 9-22 測位精度評価結果（車外 水平誤差、胸ポケット内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1回目	2.81	4.45	1.87	0.70	4.22
2回目	6.03	8.65	3.63	1.20	8.44
3回目	13.55	17.28	6.33	1.80	17.15
4回目	3.32	3.62	1.22	0.38	4.08
5回目	3.42	4.88	1.85	0.98	5.39
平均	5.83	7.78	2.98	1.02	7.86

c) 端末保持状態：カバン内

表 9-23 測位精度評価結果（車内 水平誤差、カバン内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	2.58	4.04	1.49	0.60	3.78
2 回目	4.77	19.94	3.33	2.79	10.36
3 回目	3.00	16.70	2.12	2.29	7.57
4 回目	7.22	7.99	4.21	0.70	8.61
5 回目	3.93	8.07	3.38	0.67	5.27
平均	4.30	11.35	2.91	1.41	7.12

表 9-24 測位精度評価結果（車外 水平誤差、カバン内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)				
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$
1 回目	2.42	3.37	1.55	0.60	3.63
2 回目	14.77	17.58	1.36	2.67	20.11
3 回目	23.06	28.26	7.52	3.64	30.34
4 回目	6.95	9.00	1.29	2.51	11.97
5 回目	2.39	3.28	2.01	0.27	2.92
平均	9.92	12.30	2.75	1.94	13.79



## 9.2.7. 建物の際(外側)

### 9.2.7.1. 静止

b) 端末保持状態：試験者の胸ポケット内

表 9-25 測位精度評価結果（水平誤差、胸ポケット内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)					測位結果 安定時間[s] (測定点)
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$	
1回目	5.28	25.80	2.42	2.97	11.21	13
2回目	11.16	35.65	1.59	5.65	22.45	44
3回目	18.31	33.76	16.72	2.61	23.53	15
4回目	20.72	26.20	15.01	1.34	23.39	21
5回目	28.29	33.62	25.73	1.46	31.21	17
6回目	7.06	26.92	3.79	4.61	16.27	11
平均	15.14	30.32	10.88	3.10	21.34	20.2

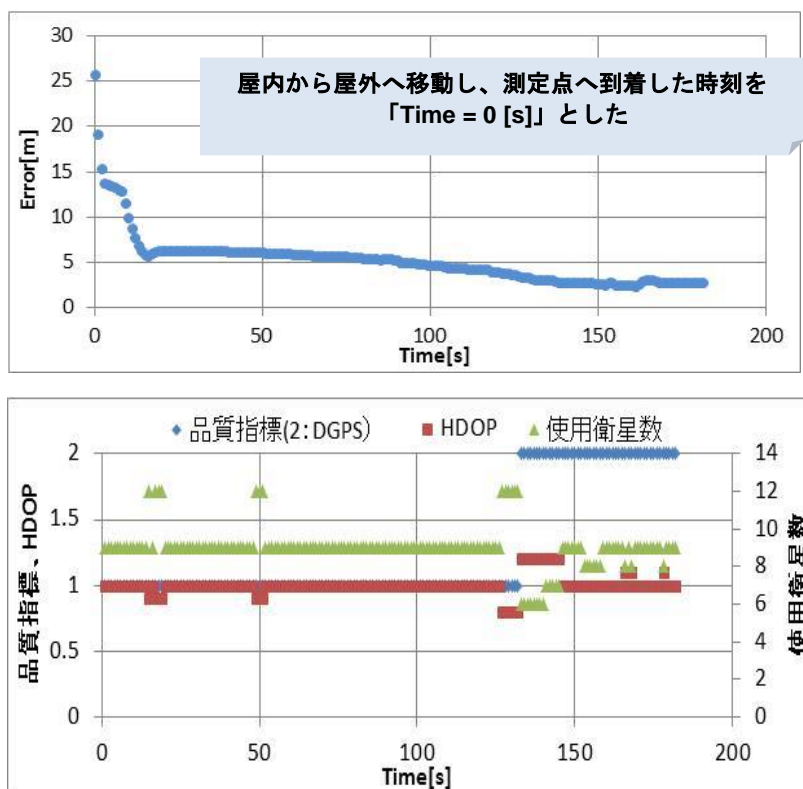


図 9-58 測位誤差（静止、2回目）

c) 端末保持状態：カバン内

表 9-26 測位精度評価結果（水平誤差、カバン内）

	位置誤差 [m] (正解値からの距離)					測位結果 安定時間[s] (測定点)
	平均誤差	最大誤差	最小誤差	標準偏差( $\sigma$ )	平均+2 $\sigma$	
1 回目	4.94	16.04	3.19	2.26	9.46	27
2 回目	7.57	12.39	4.64	1.76	11.09	9
3 回目	15.35	21.90	0.35	5.71	26.77	23
4 回目	18.52	21.89	9.03	1.85	22.22	11
5 回目	22.99	38.19	2.94	16.00	54.99	9
6 回目	22.68	28.69	3.50	4.11	30.90	23
平均	15.34	23.18	3.94	5.28	25.91	17.0

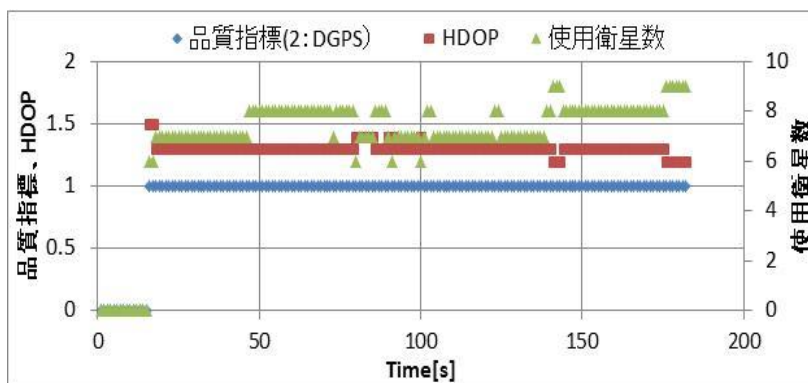
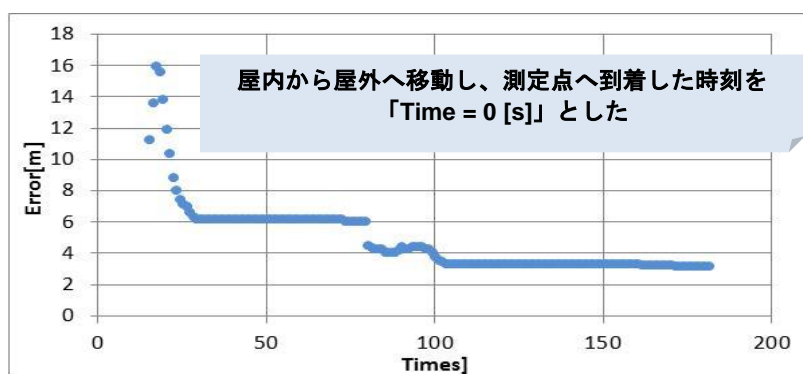


図 9-59 測位誤差（静止、2 回目）

## 10. 参考文献

- [1] 「2014 交通事故統計」 (警察庁)
- [2] 位置情報の基本と技術 (仕組みが見えるゼロからわかる) 谷口 功 著 (翔泳社)
- [3] 電子航法研究所 “L1-SAIF 補強信号の技術実証実験” QZSS ユーザーミーティング