

・厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業（感覚器障害分野））

分担研究報告書

2. 準天頂衛星システム（QZSS）を用いた測位による歩行評価の可能性

研究分担者	関 喜一	産業技術総合研究所	主任研究員
研究分担者	興梠 正克	産業技術総合研究所	主任研究員
研究代表者	蔵田 武志	産業技術総合研究所	研究チーム長

研究要旨

測位や歩行動作の計測技術は、歩行の評価指標のうち、正確性と能率性を定量化していくために、非常に重要な役割を担っている。本プロジェクトで開発した履歴記録システムでは、衛星測位システム（GNSS）と歩行者デッドレコニング（PDR）により、測位と歩行動作の計測を実現している。このうち GNSS においては、精度向上のために準天頂衛星システム（QZSS）の導入を検討している。本分担研究では、QZSS による測位精度の分析と、これに基づく歩行評価の可能性について検討した。その結果、周囲に高層建築物がない場所においても QZSS の導入により測位精度が向上する結果が得られ、より正確な歩行軌跡計測による歩行評価が可能となることが分かった。

A. 研究目的

総括研究報告書でも述べた歩行の評価指標のうち、正確性と能率性を定量化していくために、本プロジェクトでは、衛星測位システム（Global Navigation Satellite System(s), 以下 GNSS）と歩行者デッドレコニング（Pedestrian Dead Reckoning, 以下 PDR）を用いて測位と歩行動作の計測を実現することで、よりミクロな歩行の計測の実現し、歩行の評価指標を精緻化していくことを目的の1つとしている。このうち GNSS においては、精度向上のために、米国の全地球測位システム（Global Positioning System, 以下 GPS）単独ではなく、我が国が運用する準天頂衛星システム（Quasi-Zenith Satellite System, 以下 QZSS）の導入も検討している。本分担研究は、QZSS による測位精度を分析し、これに基づく歩行評価の可能性を探ることを目的とする。

B. 研究方法

QZSS 対応 GNSS 受信機を用いて、受信条件を数通り設定して測位誤差を比較し、測位精度を評価した。

装置：

以下に示す QZSS 対応 GNSS 受信機、及びデ

ータ記録用 Android タブレットによって測位データを計測・記録した。両者は Bluetooth により接続した。

(1) QZSS 対応 GNSS 受信機：
株式会社コア製 準天頂対応 高精度測位受信機 QZNAV（図1）



図1：QZSS 対応 GNSS 受信機
株式会社コア製 QZNAV

写真は株式会社コアの Web サイト

(https://www.core.co.jp/product/gnss/outline/qzs_gps.html) から引用

(2) データ記録用 Android タブレット：
Google Nexus 5 (図 2)

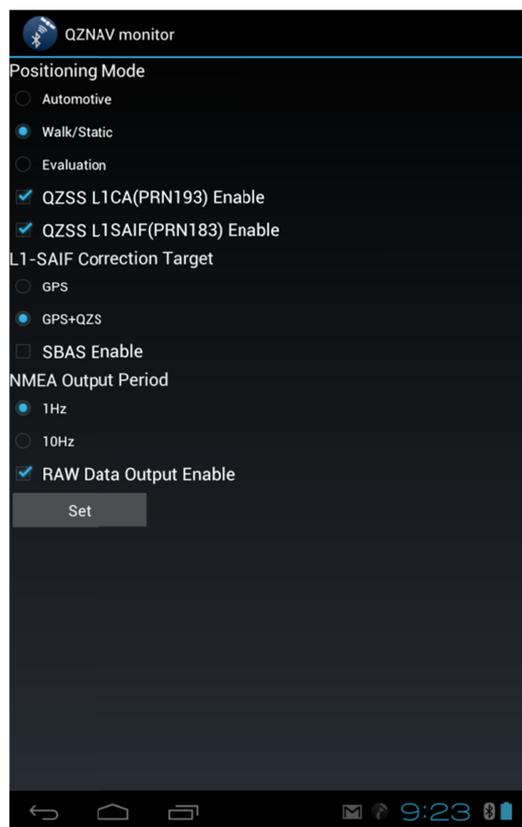


図 2 : Android タブレットにおける
測位可能確認画面の例

計測場所：

独立行政法人産業技術総合研究所つくば中央センター敷地内の屋外 9 カ所 (図 3)。周囲に高層建築物がない場所であった。表 1 に 9 カ所の座標を示す。

表 1 計測地点の座標

	緯度 (北緯 °)	経度 (東経 °)
No.1 地点	36.061511	140.134424
No.2 地点	36.060568	140.133899
No.3 地点	36.061338	140.134127
No.4 地点	36.061741	140.133509
No.5 地点	36.061187	140.132274
No.6 地点	36.060401	140.131831
No.7 地点	36.062085	140.134209
No.8 地点	36.06332	140.13497
No.9 地点	36.062259	140.134499



図 3 : 計測地点の上空からの写真
写真は Google Map より引用

計測条件：

以下の 6 通りとした。

- (1) GPS 単独
- (2) GPS+SBAS ¹
- (3) GPS+QZSS ²
- (4) GPS+QZSS+SBAS
- (5) GPS+QZSS (L1-SAIF) ³
- (6) GPS+QZSS (L1-SAIF) +SBAS

1 SBAS: Satellite Based Augmentation System。ここでは、運輸多目的衛星 (Multi-functional Transport Satellite, 以下 MTSAT。衛星の名称は“ひまわり 6 号”および“ひまわり 7 号”)による“補完 ⁴”及び“補強 ⁵”。

2 ここでは、準天頂衛星 (Quasi-Zenith Satellite, 以下 QZS。衛星の名称は“みちびき”)が発する GPS 互換信号を用いた“補完”のみ。

3 ここでは、補完に加えて、QZS が発する補強信号 L1-SAIF (L1 Submeter-class Augmentation with Integrity Function) を用いた“補強”。

4 “補完”とは、GPS 互換信号を発信して測位可能領域を拡大することを言う。

5 “補強”とは、GPS 誤差情報を発信して測位精度を向上することを言う。

計測日時：

2014 年 2 月 6 日の 7:53 から 10:21。この時間帯は、QZS が仰角 60 ° 以上の高い位置にあり、また補強信号 L1-SAIF の発進時間帯であった。

また、この時間帯に今回の計測場所では、GPS 衛星をおおむね 6-8 機（測位のためには最低 4 機必要）受信可能であった。

計測手順：

以下の手順の通りであった。

- (1) No.1 地点に移動する。
- (2) QZNAV のモード設定を行う。（GPS
GPS+SBAS GPS+QZSS
GPS+QZSS+SBAS
GPS+QZSS(L1-SAIF)
GPS+QZSS(L1-SAIF)+SBAS の順で行う。）
- (3) 設定後、QZNAV 本体がリセットされるので、30 秒以上待つ。
- (4) 30 秒間の測位(ログ記録)開始。測位が終了したら測位データ（NMEA フォーマット）が保存される。
- (5) 上記 2.から 4.までを 6 モード（GPS,
GPS+SBAS, GPS+QZSS ,
GPS+QZSS+SBAS,
GPS+QZSS(L1-SAIF) ,
GPS+QZSS(L1-SAIF)+SBAS ）行う。
- (6) 次の地点（No.2）へ移動。
- (7) 上記(2)か(6)までを No.9 地点まで行う。

C．研究結果

各 6 条件の測位結果と、実際の座標との差を求め、測位誤差を算出した（図 4）。

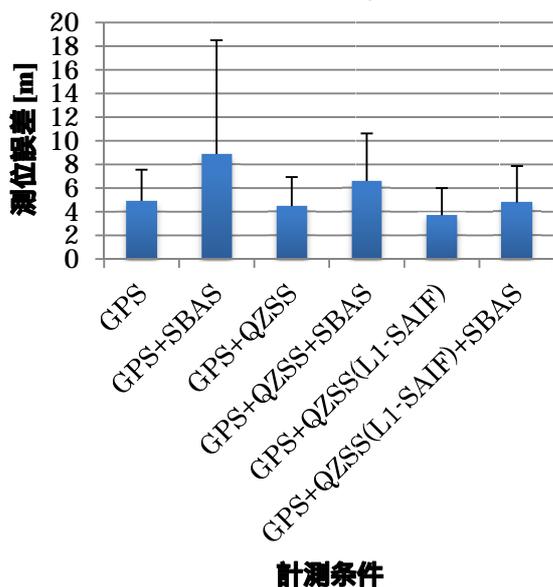


図 4：測位誤差

得られた結果は、以下の 3 つのことを示して

いる。

- (1) SBAS を使用しない 3 条件（GPS, GPS+QZSS, GPS+QZSS(L1-SAIF)）の間では、GPS+QZSS(L1-SAIF), GPS+QZSS, GPS(つまり、補完+補強あり、補完あり、単独)の順に測位誤差が小さい傾向にある。
- (2) SBAS を使用する 3 条件（GPS+SBAS, GPS+QZSS+SBAS, GPS+QZSS(L1-SAIF)+SBAS）の間でも同じ傾向である。
- (3) SBAS の有無の 2 条件間では、3 組合とも SBAS を使用しないほうが測位誤差が小さい傾向にある。

D．考察

C.研究結果(1)(2)から、QZSS の補正及び補完の効果が見られた。SBAS なしの場合、補正及び補完がない場合は誤差約 5m であるのに対し、ある場合は約 4m 以下に下がる。これにより、GPS 単独より正確な歩行軌跡計測結果に基づく歩行評価が可能となると考える。

なお、今回の計測場所は、周囲に高層建築物がない場所であり、補強や補完がなくても測位誤差 5m 未満という高い精度で計測が可能であったが、このような場所においても QZSS の補強や補完の効果がある程度はあることが分かった。これらの効果は高層建築物がある市街地などでは、より大きな効果があると期待できる。

なお今回は、C.研究結果(3)で、SBAS を用いると誤差が大きくなるという、予想とは逆の結果が得られた。SBAS を提供する MTSAT は赤道軌道上にあり日本から遠いため、何らかの理由でかえって誤差が大きくなった可能性がある。

E．結論

本分担研究では、QZSS による測位精度の分析と、これに基づく歩行評価の可能性について検討した。その結果、周囲に高層建築物がない場所においても QZSS の導入により測位精度が向上する結果が得られ、より正確な歩行軌跡計測による歩行評価が可能となることが分かった。

今後は、周囲に高層建築物がある場所においてどの程度の効果があるのかを検証したい。