

自主防犯活動の現場における準天頂衛星システムの測位精度改善の検討

原田豊・齊藤知範・山根由子

Examining the Improvement of Positioning Accuracy of the Quasi Zenith Satellite System on the Sites of Voluntary Crime Prevention Activities

Yutaka HARADA, Tomonori SAITO and Yoshiko YAMANE

Abstract: We devised a simple and convenient method for examining the improvement of positioning accuracy of the Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) over conventional GPS and conducted a field experiment on the site of voluntary crime prevention activities. The data collected with two sub-meter class receivers, one set to the QZSS mode and the other set to GPS mode, were overlaid with polygon data of high-rise buildings and the distances between the two positions, measured with each of the two receivers at the same points in time, were examined in relation to the 10-meter buffers from the high-rise building polygons. The results strongly indicate that the distances between the two positions tended to be longer in the close vicinity of high-rise buildings.

Keywords: 準天頂衛星システム (Quasi Zenith Satellite System), GPS (Global Positioning System), 測位精度 (positioning accuracy), 自主防犯活動 (voluntary crime prevention activities), マルチパス (multipath), 建物ポリゴン (building polygon)

1. はじめに

近年各地で行われている、地域住民などによる自主的な防犯活動を支援するため、われわれは、安価な GPS ロガーなどを用いて「安全点検まちあるき」などを簡便に記録する手法を考案し、そのためのソフトウェア・ツールを開発・公開してきた (原田ほか 2013, 原田 2014)。しかし、現在の GPS には、大都市部のビル街などで測位精度が低下する問題があり、本質的に都市問題の性格をもつ犯罪問題に対処するには限界がある。わが国が 2018 年の運用開始に向けて整備を進めている準天頂衛星システムは、この欠点を克服し、大

都市部での高精度測位を実現するものとして期待されている。

そこで、われわれは、現在運用中の準天頂衛星初号機「みちびき」を用いて、防犯まちあるきなどの実環境下で、従来の GPS と比較して、準天頂衛星システムがどれだけの測位精度の改善をもたらすかを計量的に検討するための簡便な手法を考案し、自主防犯活動の現場においてこの手法による比較実験を行った。

2. 手法の概略

2.1 自転車のハンドルに 2 台の受信機を設置

準天頂衛星システムによる測位結果と GPS による測位結果とをできるだけ公平に比較するため、同型の受信機 2 台を自転車のハンドルに並べて取り付け、その一方を準天頂衛星モードに、他

原田豊 〒277-0882 千葉県柏市柏の葉 6-3-1

科学警察研究所

Phone: 04-7135-8001 ext. 2600

E-mail: harada@nrips.go.jp

方を GPS のみのモードに設定して、自転車ごと押し歩くこととした。

2.2 車載型ビデオカメラによる移動経路の撮影

2 台の受信機による測位点の比較だけでは、両者の乖離の程度はわかっても、どちらがより正確かを知ることはできない。そこで、その目安を得るための簡便な方法として、車載型ビデオカメラを、2 台の受信機と並べて同じ自転車のハンドルに取り付け、実際の移動経路を映像で記録した。これらの測位・撮影機材の設置状況を図 1 に示す。



図 1 測位・撮影機材の設置状況

2 台の受信機による測位点の移動との同期を取るため、車載ビデオカメラによる撮影の冒頭に、スマートフォンの時計アプリによる時刻表示の画面を録画し、その時刻を基準として、その後のビデオ映像と衛星測位による測位点とを、動画編集ソフトを用いて、ほぼ 1 秒単位に同期させた。

3. 適用例

3.1 防犯まちあるきの現場での測位・撮影

上記の機材を設置した自転車を押し歩きする形で、地域住民による「防犯まちあるき」に同行し、準天頂衛星初号機「みちびき」および GPS 衛星群による 1 秒間隔の衛星測位データと、30 フレーム/秒のビデオ画像を取得する実験を行った。

実験の実施地は、東京近郊の住宅地（高層集合

住宅と戸建て住宅との混在地）である U 市 H 地区、実施日時は 2014 年 3 月 2 日午後 1 時 06 分からの約 1 時間である。実験にあたっては、地元の自主防犯活動団体にご協力いただき、同団体が日常的に行っている H 地区での「防犯まちあるき」の経路に沿って移動した。

測位衛星信号の受信機としては、（一財）衛星測位利用推進センター（SPAC）から貸与いただいたサブメートル級受信端末“QZPOD”2 台を用い、（株）アイサンテクノロジー社の”QZSS ProveTool For Android”により、一方を準天頂衛星対応モード、他方を GPS のみのモードに設定した。両端末による測位信号は、Bluetooth 経由で 2 台の Android 端末（NEXUS 4・NEXUS10）により受信し、そのログを（株）コア社の”QZNAV monitor”により、NMEA 形式のデータとして保存した。

3.2 ArcGIS による測位データ間距離の計測

以上の手順により取得した、2 台の QZPOD それぞれの NMEA 形式のログデータを、”GPSBabel”（Lipe et al. 2012）によって一旦 gpx 形式のデータに変換し、それを ArcGIS（v.10.1）の”GPX To Features”ツールにより ArcMap にインポートして、shapefile 形式のポイントデータとして保存した。

ArcGIS（v.10.1）の Python 言語で作成したスクリプトにより、2 台の QZPOD に対応する 2 つの shapefile データから、同時刻の測位点をそれぞれ取り出し、この両者を結ぶ線分を（1 秒間隔で）引いて、各線分の長さを属性テーブルに保存した。

なお、その際、今回の分析の対象とするログデータの始点と終点とを明確にするため、自転車に取り付けたビデオカメラの映像から、当日の集合場所であった U 市立 H 小学校の校門を出る時刻・戻って入る時刻を算出し、その時刻に対応するログデータの測位ポイントを、それぞれ始点・終点とみなして、両者の間で上記の測位点間線分作成スクリプトのループを回した。

3.3 高層建築の近傍とそれ以外での比較

大都市部での衛星測位の精度劣化の主要因は、高層建築物などの反射波によるマルチパスである。その影響は、高層建築物の近傍でとくに大きくなると考えられる。準天頂衛星システムが期待どおりの測位精度改善効果をもつならば、準天頂衛星システムによる測位点と従来の GPS による測位点との乖離は、高層建築物の近傍でとくに大きくなると予想される。

そこで、上記 3.2 で作成した 2 台の測位端末による測位点間線分のデータと、U 市内の建物ポリゴンのデータとを GIS 上でオーバーレイし、高層建物のポリゴンの外周から一定距離のバッファを作成して、その中に入る線分と入らない線分とで、線分長の分布がどのように異なるか検討した。

建物ポリゴンのデータとしては、(株) ESRI ジャパン社の「ArcGIS Data Collection 詳細地図 2014」の建物データを用い、U 市内の建物について、属性検索により 10 階建て相当以上のもの 187 棟を抽出した。これらの「近傍」は、便宜的に 10m 以内と考え、ArcMap の Buffer ツールにより上記の建物ポリゴンの外側 10m のバッファを作成した。このバッファを用いて、これと「交差する」測位点間線分を空間検索した。以上の処理結果を示す地図の一部を拡大したものを図 2 に示す。

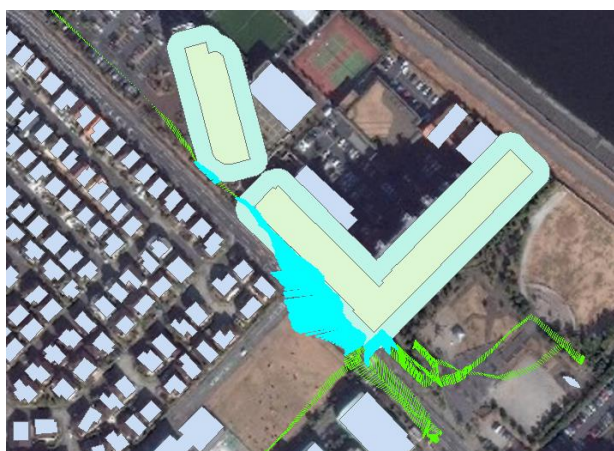


図 2 高層建物 10m バッファによる
測位点間線分の選択

この空間検索により選択された線分に「1」、選択されなかったものに「0」の値を与えて、新規追加した属性テーブルのフィールド「bf10m」に保存した。

この属性テーブルを DBF 形式でエクスポートし、Excel に読み込んで、ピボットテーブルで、「bf10m」の値別に、2m 刻みの度数分布表を作り、それを「bf10m」の値ごとの総数に対する%にしてグラフ化した。結果は図 3 のとおりである。

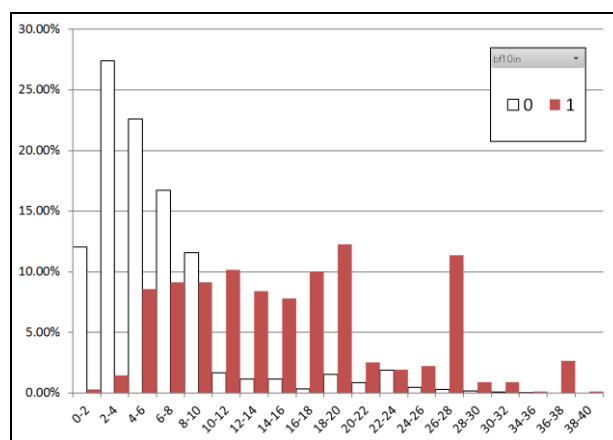


図 3 高層建物 10m バッファ内・外での
測位点間線分長の分布の差異

グラフから明らかなとおり、高層建築 (=10 階建て以上) の近傍でない (=10m バッファよりも外) 場合には、線分の長さ (準天頂衛星システムモードと GPS のみのモードとの測位点間の距離) が 2-4m であるものがもっとも多く、10m 以内に収まるものが 9 割 (90.32%) であるのに対し、高層建築 (=10 階建て以上) の近傍 (=10m バッファ内) の場合には、10m 以内に収まるものは 3 割弱 (28.59%) で、それよりも測位点間の距離が大きいものが 7 割以上を占めており、高層建築物の近傍で両者の測位結果のズレが大きくなる傾向が見られる。

4. おわりに

本稿では、準天頂衛星システムが、「まちあるき」などの実環境下で、従来の GPS と比較してどれだけの測位精度の改善をもたらすかを計量的に検討した。現地で取得したログデータを建物ポリゴンデータとオーバーレイした分析の結果、とくに高層建築物の近傍において両者の測位精度に顕著な差が生じることが明らかになった。

われわれは、これと同じログデータおよび映像データを用いて、準天頂システムによる測位精度改善効果を示すビデオ映像もすでに作成している（原田ほか 2014）。今回の分析は、同一の素材により、動く映像という視覚的表現ばかりでなく、計量的分析の形でも、準天頂システムのもたらす効果を検討できることを示すものである。

ただし、今回の分析は、実際には、準天頂衛星システム対応モードと GPS のみのモードとの測位点のズレの大きさを検討したことにとどまっている。今後、たとえば、より高精度の受信装置を、2 台のサブメートル級受信端末と並べて設置し、これをレファレンスデータとするなどの方法を取れば、より信頼性の高い測位点と比較して、どちらがどの程度、どのような場所で、そこからの乖離が大きいかなどを、計量的に検討することが可能になるであろう。

今回の比較実験が、安価な機材と簡便な手法で実現できたことは、準天頂衛星システムの利用促進の推進の観点から、大きな意義があると思われる。今後、さらにいろいろな地区で同様の実験を実施することにより、将来の準天頂衛星システムの利活用の「現場」において、早い段階から実証実験を重ね、現場の実情に即した受信端末や測位アルゴリズムなどの開発・改良を進めていくことが可能になると考えられる。

また、このような、市民による実践活動の現場での利用実証を進めることにより、わが国の準天頂衛星システムに対する国民一般の認知や評価

が高まることも期待されよう。

今回開発した簡便な測位・映像データの取得の手法を今後さらに改善し、視覚的にも計量的にもインパクトのある形で、準天頂衛星システムの利用実証を進めていくことが、これからのわれわれの課題である。

謝辞

本研究は、科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）挑戦的萌芽研究『『予防犯罪学』の開拓をめざした子どもの被害防止ツールキットの実証実験』（課題番号：25560395）の一環として行われたものである。

また、本研究のデータを取得した準天頂衛星初号機「みちびき」による利用実証実験は、（一財）衛星測位利用推進センターの支援による準天頂衛星システム利用実証課題「自主防犯活動の実環境下における準天頂システムの測位精度改善効果の検証」（課題番号：90-01）の一環として行われたものである。

参考文献

- Lipe, Robert, et al. (2012): GPSBabel v.1.4.4, <http://www.gpsbabel.org/index.html>.
- 原田豊・齊藤知範・山根由子・細田耕一・雨宮護 (2013): 試験運用を踏まえた野外調査記録作成支援ソフトウェアの機能強化, 地理情報システム学会講演論文集 CD-ROM Vol.22.
- 原田豊 (2014): 『聞き書きマップ』による市民主導のセーフティプロモーション, 学校保健研究, 55-6, 499-506.
- 原田豊・黒川涼・川島武洋・大川裕章 (2014): 自主防犯活動の実環境下における準天頂システムの測位精度改善効果の検証, (一財) 衛星測位利用推進センター利用実証課題 90-01, <http://www.eiseisokui.or.jp/ja/demonstration/situation.php>.