

疑似準天頂衛星を用いた都市における高精度測位技術の研究開発 (041203010)

Research and Development of High Accuracy Positioning Technologies
Using Pseudo Quasi-Zenith Satellite

研究代表者

辻井利昭 独立行政法人宇宙航空研究開発機構
Toshiaki Tsujii, Japan Aerospace Exploration Agency

研究分担者

富田博史† 奥野善則† 小暮聡† 岸本統久†
小神野和貴†† ディネス・マナンダー†† イワン・ペトロフスキ†† 浅子正浩††
Hiroshi Tomita†, Yoshinori Okuno†, Satoshi Kogure†, Motohisa Kishimoto†,
Kazuki Okano††, Dinesh Manandhar††, Ivan Petrovski††, Masahiro Asako††
† 宇宙航空研究開発機構 †† 測位衛星技術株式会社
† Japan Aerospace Exploration Agency †† GNSS Technologies Inc.

研究期間 平成 16 年度～平成 18 年度

本研究開発の概要

現在、米国では近代化 GPS、欧州ではガリレオ、また日本では準天頂衛星による測位システムの研究開発が進められている。本研究では、これら新しい航法測位衛星の運用に先行して、衛星の疑似信号を生成する装置（スードライト）を開発して新信号の評価を行うとともに、都市部での歩行者や乗物のナビゲーション等の利用システムにおける高精度測位技術を開発することを目的とする。

準天頂衛星は主に都市部での利用性向上を目的としているが、高精度化のためには建造物等による多重伝搬（マルチパス）誤差を低減する必要がある。GPS 信号より耐マルチパス性が高いとされる準天頂衛星の信号受信シミュレーションのため、スードライトをヘリコプタに搭載して疑似準天頂衛星とし、建造物の多い環境で試験を実施してマルチパス効果の評価を行った。また、マルチパス低減アルゴリズムを考案した。

Abstract

Japan has been investigating a new satellite based positioning system called Quasi-Zenith Satellite System (QZSS). Since improvement of positioning availability in urban area is one of the most important advantages of the QZSS, multipath mitigation is a key factor for the QZSS positioning system. Therefore, a pseudolite which transmits a QZS-like signal was developed in order to evaluate the effect of multipath on the new signal. Flight experiments using the pseudo quasi-zenith satellite, a helicopter on which the pseudolite was installed, were conducted to simulate the characteristics of the QZSS signal in urban area. Also, multipath mitigation techniques were investigated.

1. まえがき

準天頂衛星システムは、日本独自の衛星測位システムで、衛星は天頂近くに長く滞在するため、都市や山間部において衛星測位の利用性が向上することが大きな利点である。また、信号も新しい方式が採用され、現状の GPS よりも高い精度が期待できる。ただし、都市等で利用する場合には、建造物等による多重伝搬（マルチパス）誤差の影響を受けるため、新信号におけるマルチパス効果を実環境で評価し、アプリケーション開発に資することが重要である。

2. 研究内容及び成果

本課題における最終試験概念図を図 1 に示す。準天頂衛星の信号を模擬した発信装置（疑似衛星、スードライト）を開発し、同装置をヘリコプタに搭載して疑似準天頂衛星とし、衛星と同様の電波伝搬環境でマルチパス評価実験を実施した。

準天頂衛星、ガリレオ、近代化 GPS など次世代の測位衛星では BOC(Binary Offset Carrier)方式の信号が使われる予定である。そこで、従来の GPS で使用される BPSK(Binary Phase Shift Keying)方式と BOC 方式の 2 チャンネルスードライトを開発した。両信号は、スードラ

イトから受信アンテナまで、全く同じ経路を伝搬するため、方式の違いによるマルチパス誤差の違いを評価することができる。図 2 に送受信システムの概念図を示す。

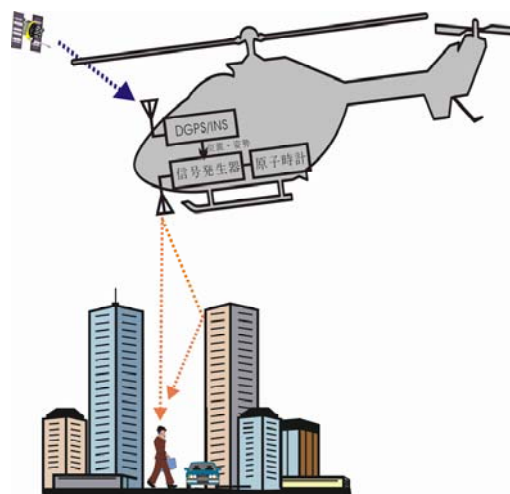


図 1 疑似準天頂衛星による測位試験の概念図

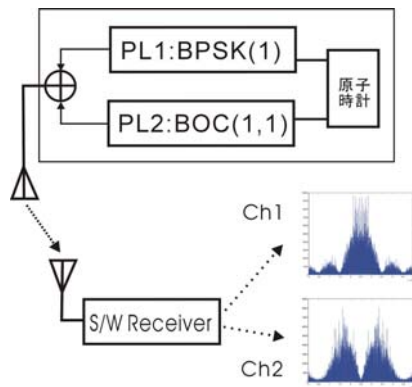


図2 送受信システムの概念図

また、スードライトは、ヘリコプタの DGPS/INS 航法装置の信号を取り込み、航法メッセージを生成、測距信号に重畳してユーザに送信する機能を持つ。これにより、スードライトの測距信号を測位に使用することが可能となる。

図3は北海道大樹町多目的航空公園で行った実験の様子である。地上に、基準局(BASE)と移動局(ROVER)の二組の受信システムを用意し、移動局は電波の反射源となる格納庫(HANGER)の近辺を移動した。ヘリコプタは管制塔の上空、高度約600mでホバリングを行った。

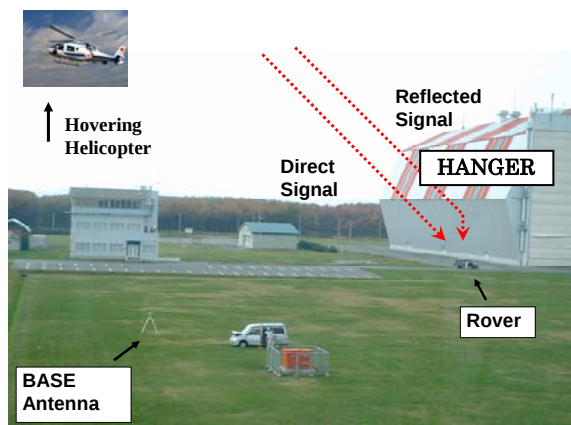


図3 マルチパス評価実験

マルチパス誤差評価結果の一例を示す(図4)。これは、スードライト信号の疑似距離と搬送波の差を図示したもので、疑似距離におけるマルチパス誤差を示していると考えられる。上図が、BPSK、BOC信号に対応している。

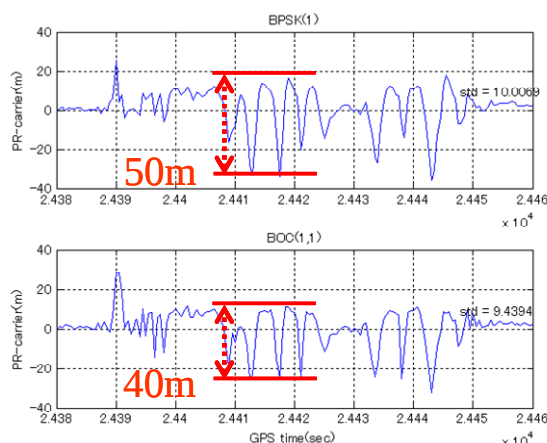


図4 マルチパスによる測距誤差(上:BPSK、下:BOC)

全時間帯におけるマルチパス誤差の標準偏差は、BPSKで10.0m、BOCで9.4mとあまり変わらないが、例えば中心付近の時間帯では、マルチパス誤差の振幅はBPSKの約50mに対してBOCで約40mと大きく改善していることがわかる。この結果は、理論的に予測されるマルチパス誤差とほぼ整合している。また、マルチパスが無い場合にも測距精度がBOC方式により改善していることも実証した。

3. むすび

準天頂衛星で使用されるBOC形式の有効性をヘリコプタを用いた飛行試験により実証した。特に、小型化、低コスト化が容易な狭帯域受信機でもBOC信号を利用することによって精度が向上することが実証され、測位機能を付加した携帯端末等の利用が拡大すると期待できる。BOC信号は準天頂のみならず、欧州で開発中のガリレオや近代化を進めるGPSでも使用される見込みであり、これら複数の衛星測位システムの複合利用により、さらなる精度、利用性の向上が期待できる。

新しい測位関連技術としては、精度の高い搬送波を積極的に利用する「測位装置」および「位置・姿勢推定装置」を考案した。これらは、フェージングによりGNSSの利用が一部制限されるような都市部で有効である。また実用化により、GNSSやスードライトを併用するインドア測位システムや、建造物の多い領域で使用できる局所測位システムなどの新しい測位インフラの構築が可能と考えている。

【誌上発表リスト】

- [1] Tsujii, Tomita, Okuno, Kogure, Kishimoto, Okano, Dinesh, Petrovski, Asako "Measuring Multipath Error of a Pseudo Quasi-Zenith Satellite", International Symposium on GPS/GNSS 2006, Jeju, Korea. (October 20, 2006)
- [2] 辻井, "航空機搭載型スードライトの研究開発", 電気学会技術報告書 第1077号, pp.32-34.(2006年12月)
- [3] Tsujii, Tomita, Okuno, Kogure, Kishimoto, Okano, Dinesh, Petrovski, Asako "Development of a BOC/CA Pseudo QZS and Multipath Analysis Using an Airborne platform", The Institute of Navigation National Technical Meeting, San Diego, US, pp.446-451. (January 22-24, 2007)

【申請特許リスト】

- [1] 辻井, 富田, 小神野, 浅子: 測位装置、申請国: 日本、出願年月日: 平成18年3月31日、出願番号: 2006-098619
- [2] 辻井, 富田, 小神野, 河口: 位置・姿勢推定装置、申請国: 日本、出願年月日: 平成18年3月31日、出願番号: 2006-098620

【登録特許リスト】

- [1] 辻井, 張替: 滞留型飛行体を用いた測位システム、申請国: 日本、申請年月日: 成14年7月4日、登録年月日: 平成16年9月17日、登録番号: 特許第3595834

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

http://www.apg.jaxa.jp/res/ostt/b03_05.html
<http://www.iat.jaxa.jp/res/fstc/report/200610/20061029.html>
<http://www.iat.jaxa.jp/res/fstc/report/200611/20061121.html>