

F1-37

衛星測位における衛星位置と鉛直方向精度の関係

Relationship between satellite position and vertical accuracy of satellite-based positioning system

○酒井昂紀¹, 佐田達典², 江守央², 池田隆博²*Koki Sakai¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori², Takahiro Ikeda²

Abstract: With satellite positioning system the positioning accuracy is high in the horizontal direction, however, low in the vertical direction. The purpose of this study is improvement of vertical accuracy by selecting satellite to calculate according to positions. Using the satellite near the zenith, average error showed relationship to PDOP, VDOP. However, average error was high if there is no satellite near the zenith. The standard deviation of positioning showed proportional relationship to PDOP, VDOP. It is expected that satellite positioning accuracy improves by using the satellite near the zenith.

1. はじめに

衛星測位システムは GPS, GLONASS などの衛星から送信される信号を利用して現在位置を知ることができるシステムである。近年, 日本の準天頂衛星の運用開始, EU が運用する Galileo の打ち上げ, さらに衛星信号である L2, L5 周波数の搭載した測位衛星の運用開始により, 衛星測位の近代化が進んでいる。

衛星測位は水平方向の測位精度は衛星が満遍なく配置されているため高い測位精度が期待できるが, 鉛直方向の測位精度は地平線より下にある衛星の信号を受信できないため, 測位精度が劣るとい課題がある。鉛直方向の測位精度が向上すれば, これまで利用ができなかった測量作業への適用が期待される。

本研究は衛星の配置と鉛直方向精度について検討する。その際, 衛星の配置状態を表した指標である DOP(Dilution of Precision)を使用する。DOP 値は数値が低いほど測位精度が高くなるとされている。DOP 値と衛星の位置による測位の平均誤差, 標準偏差との関係を見ることで最適な衛星位置の検討を目的とする。

2. 実験概要

平成 26 年 6 月 13 日 GPS 時間 0 時から 12 時まで日本大学理工学部船橋キャンパス, 7 号館屋上にて衛星測位実験を行った。衛星受信機はニコン・トリンプル社製 NetR9 を使用し, 基準局と移動局の 2 ヶ所に設置して観測した(Figure1)。

3. 実験解析

Figure2 は, 6 月 13 日 7:35-8:35(UTC)の 1 時間分の GPS 衛星のみの軌跡を天空図に示したものである。

衛星の位置と DOP 値の関係, 及び解の精度について検証した。天頂付近に 1 機, 最低仰角に 120° 間隔で配



Figure 1. GNSS observation

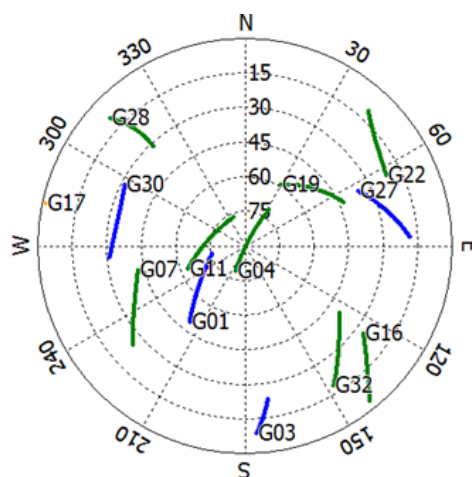


Figure 2. Skyplot of GPS satellite

置することが理想とされているため, 衛星の組み合わせは①仰角 60° 以上に配置する G04 と仰角 60° 未満に配置する衛星から 3 機を組み合わせ②仰角 60° 以上に配置する G11 と仰角 60° 未満に配置する衛星から 3 機を組み合わせ③仰角 60° 未満に配置する衛星を 4 つ組み合わせの 3 パターンを作り, 天頂付近の衛星を使用する場合と使用しない場合との比較をする。

比較に際しては、DOP として 3 次元の位置精度劣化指標である PDOP と鉛直方向の精度劣化指標である VDOP を用いる。PDOP 値と基線解析結果の平均較差 (3 次元) の関係を Figure3 に、VDOP 値と基線解析結果の Z 値の平均較差を Figure4 に示す。同様に PDOP 値と基線解析結果の標準偏差の関係を Figure5 に、VDOP 値と基線解析結果の標準偏差の関係を Figure6 に示す。これらの図は GPS 時間 7:35-8:35 の 1 時間観測したデータで基線解析を行い、Fix 解のみを電子基準点による基線解析値と比べ較差を衛星の組み合わせごとに DOP 値と平均較差、DOP 値と標準偏差の関係を散布図でプロットしたものである。

4. 考察

DOP 値と基線解析結果の平均較差の関係を調べると PDOP と平均較差の回帰曲線(Figure3)と、VDOP と平均較差の回帰曲線(Figure4)では、天頂付近に衛星があれば DOP 値と平均較差は比例に近い関係にあるが、天頂付近にない場合は、平均較差は DOP 値にほとんど影響されないことがわかった。

DOP 値と標準偏差の関係は、天頂付近に衛星がある場合、PDOP, VDOP が大きくなると標準偏差も大きくなる比例の関係であることがわかった。これによって DOP 値は標準偏差の大きさを表す数値であることが推察される。天頂付近に衛星がない場合は、PDOP, VDOP と標準偏差は PDOP, VDOP の値にほとんど影響されないことがわかった。

DOP 値と基線解析結果の平均較差の関係、DOP 値と基線解析結果の標準偏差の関係から、天頂付近に衛星を 1 機配置することで DOP 値が低い場合衛星測位の向上が期待できることがわかった。

5. おわりに

天頂付近に衛星を 1 機配置することで衛星測位の鉛直方向精度向上が期待できる。今後は準天頂衛星を取り入れた場合の日本における準天頂衛星の測位効果の確認を行う。また、100m 間隔で基線解析を行い、距離ごとによる天頂付近に衛星の有無による測位精度の違いを解析する。

6. 参考文献

[1] 河野功 : GPS 補強衛星の最適軌道配置, 日本航空宇宙学会論文集, vol50, 2002

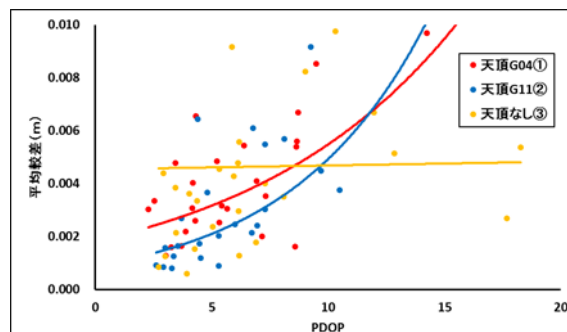


Figure 3. Relationship between PDOP and average error of 3 coordinates

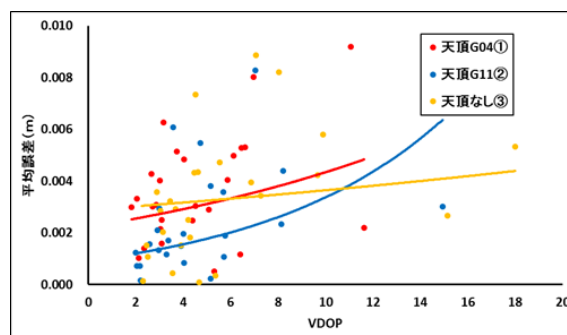


Figure 4. Relationship between VDOP and average error of Z coordinate

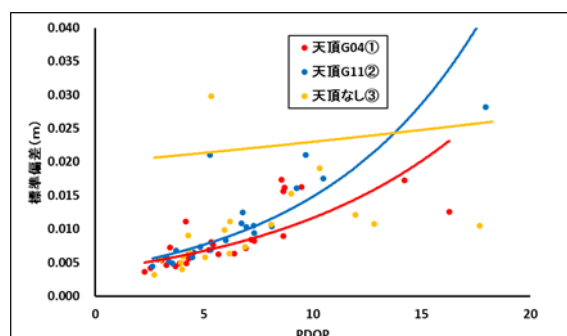


Figure 5. Relationship between PDOP and standard deviation of 3 coordinates

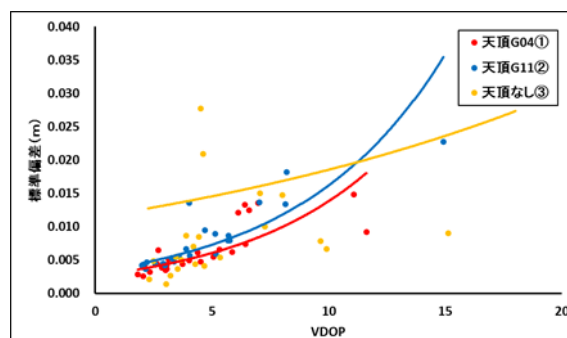


Figure 6. Relationship between VDOP and standard deviation of Z coordinate