

## 移動体測位における天空図を用いた衛星除外方法による精度向上効果の分析

日本大学 学正会員 ○大手 駿平  
 日本大学 正会員 佐田 達典  
 日本大学 正会員 江守 央

### 1. はじめに

近年、自動車分野や土木分野をはじめとした様々な産業において衛星通信技術が使用されており、GNSS (Global Navigation Satellite system/全球測位衛星システム) を用いた高度な位置情報の取得が必要となってきた。しかし、GNSS 測位の現状として、高層ビルなどの立ち並ぶ都市部のような環境下では測位精度が大きく劣化することがわかっている<sup>1)</sup>。劣化要因としては電波が建物に反射することにより発生するマルチパスや遮蔽物による測位に用いる衛星数の不足といった現象があげられ、実用化への大きな障害となっている。このようななか、宮澤ら<sup>2)</sup>は新宿にて走行実験による車両位置精度の検証を行い、SNR マスクによる Fix 率の向上効果を示した。ただし、衛星位置と建物の関係及び衛星配置の微変まで考慮した研究事例は少ない。本研究では、天空図を使用した衛星除外方法を用いて詳細に解析を行い、車両周辺の状況と照合することで、より正確な Fix 率の向上に繋げることを目的とする。

### 2. 実験概要

2019年6月に新宿靖国通りにて走行実験を行い、本研究では対象区間を新宿東口地区の区間長70mとしている。天頂方向と走行方向に遮蔽のない環境であるが、沿線には商業施設及び高層ビルが立ち並んでおり測位には厳しい区間である。解析間隔を3.5mとして、区間内に20地点設定した。基準局は東京都台東区の株式会社フィールドテック東京本社屋上に設置し、受信機は基準局・移動局ともにTrimble社製NetR9を使用する。解析には解析ソフトRTKLIB ver2.4.3を使用した。

本研究では天空図を解析ツールとして使用する。天空図の作成は走行時の天頂方向の魚眼映像と衛星配置図の縮尺を合わせ、衛星配置図を下図として重ね合わせて作成した。これにより観測衛星の位置と周辺建物の関係性を確認し、測位に必要な衛星の選択を行うことが可能となる。

また、設定した20地点の地点評価に用いる指標として、新たに開空率を設定し、天空図における空の割合を示している。算出にはIt's CADを使用して天空図の全体面積及び各地点での空面積を算出する。これは式(1)から算出し開空率と呼ぶ。

$$R_n = \frac{R_s}{R_t} \times 100 \quad (1)$$

ここで、 $R_n$ ：開空率、 $R_s$ ：空面積、 $R_t$ ：全体面積

### 3. 解析結果

走行実験による測位解は1秒ごとに取得した。図-1に各地点にて作成した天空図の一例を示す。天空図において周辺建物と重なっている衛星を解析の除外対象衛星として抽出した。



図-1 天空図と除外対象衛星

本研究における除外衛星とは建物に遮蔽されていることで、直接波としての受信が出来ない衛星であることを示している。20地点中、何地点で除外衛星として抽出されたかの割合を算出し、その割合がある基準(除外基準)を超えたときに、その衛星を本研究における除外衛星として設定した。除外した前後でのFix率の比較結果を図-2以降に示す。Fix率は測位実験の時間に占めるFix解を取得できた時間の割合である。ほぼ全ての走行実験において衛星を除外した前後で対象区間のFix率が向上した。また、除外基準を40%(8回以上)、50%(10回以上)、60%(12回以上)、75%(15回以上)

キーワード 天空図, 移動体測位, マルチパス, 除外衛星, Fix 率

連絡先〒274-0063 千葉県船橋習志野台7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 空間情報研究室 TEL047-469-8147

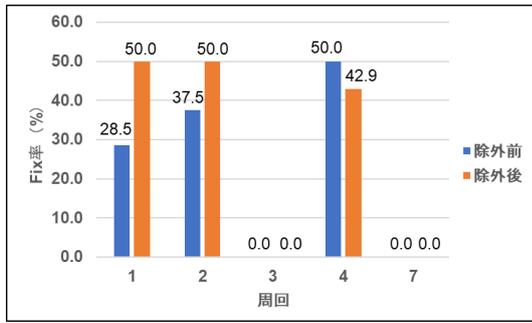


図-2 除外前後でのFix率 (40%)

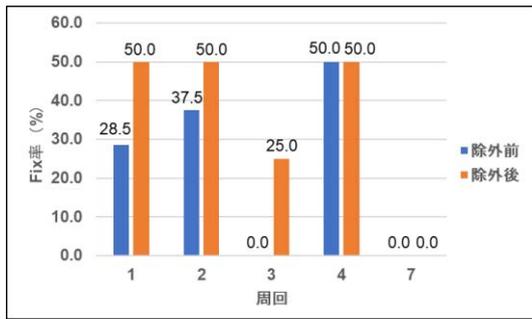


図-3 除外前後でのFix率 (50%)

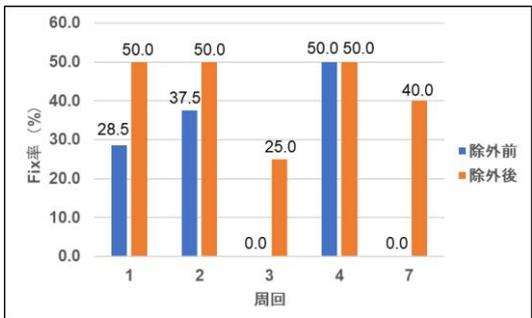


図-4 除外前後でのFix率 (60%)

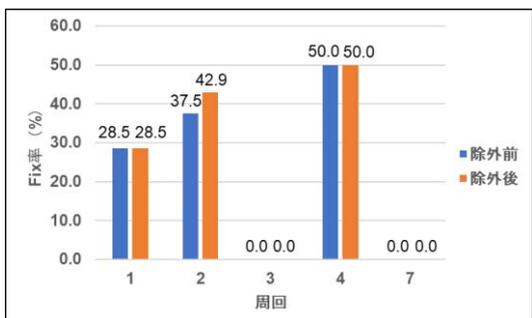


図-5 除外前後でのFix率 (75%)

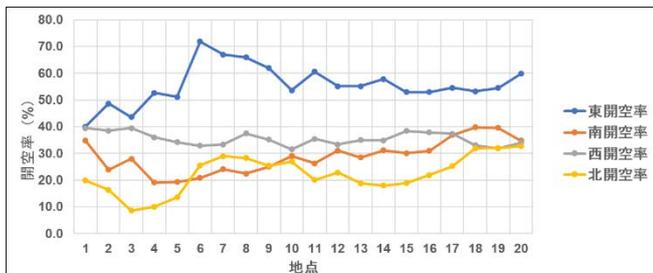


図-6 開空率の推移

とした場合においてそれぞれ解析を行い、除外基準が60%であるときにFix率が最も上昇することが確認された。

図-6に地点ごとの開空率の推移を示す。各方向は天空図を90°ごとに区切ることで分割した。東方向の開空率は他の方向よりも大幅に高くなっており、概ねの地点で50%を超えていた。

#### 4. 除外対象衛星とマルチパス方向

図-7に除外対象衛星のマルチパス方向別の衛星数の一例を示す。全ての実験において東方向の衛星が多い結果となっており、マルチパスの発生は東方向にある建物による影響が大きいことがいえる。

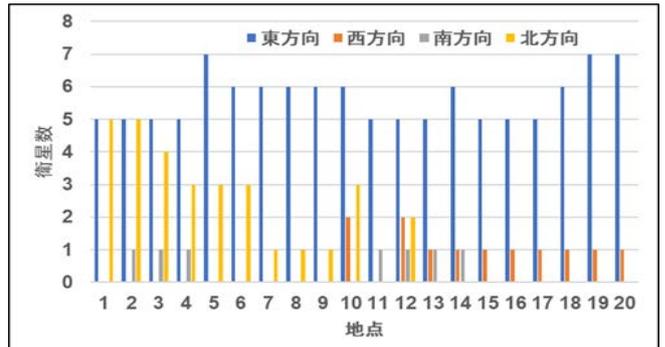


図-7 地点毎のマルチパス方向別除外対象衛星数

#### 5. まとめ

本研究では天空図を作成し、各地点において周辺環境を考慮した上で除外回数が地点全体の60%以上である衛星を除外することで、測位精度の向上効果が伺えた。この除外衛星の発生とマルチパス方向の関係性についてはマルチパスの発生には東方向の建物が大きく関わっていることがわかったものの、開空率の値が大きいことから建物の高さや密集度だけでは説明が出来ない。このことから測位信号が微弱であることも考慮し、建物によって衛星電波の反射や回折度合いに違いが生じている可能性についても考えていく必要がある。

#### 謝辞

本実験にご協力いただいた株式会社フィールドテックの方々へ心より感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 国土地理院：「屋外3次元空間における高精度衛星測位の適用範囲拡大のための技術開発」,  
<<https://www.gsi.go.jp/common/000206802.pdf>>  
, (入手日付：2020.6.31)
- 2) 宮澤壘, 佐田達典, 江守央, 「高層ビル街における車両挙動がもたらす衛星測位精度劣化の要因分析と対策に関する研究」, 応用測量論文集, JAST, Vol.31, pp.79-87, 2020.