

QZSS を併用した衛星測位の車両位置検出への適用に関する研究

日本インシーク 正会員 ○中島 和希
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

現在、自動運転の実用化を目指し技術開発が進められている。位置を特定する技術においてはGNSS(Global Navigation Satellite System)がその中核を担っている。従来はGPSのみであったが、現在は使用できる測位衛星が増加し、GNSSを利用できる範囲や時間帯が拡大した。特に、わが国は準天頂衛星測位システム QZSS (Quasi-Zenith Satellite System)を開発整備し、高い精度での位置情報取得を目指している¹⁾。本研究では、複数の QZSS を併用することによる自動運転を想定した車両位置検出において、周囲の遮蔽環境が異なる都市部と郊外部における測位精度変化の検証を目的とする。

2. 実験方法

都市部と郊外部において GNSS 受信機を車両に設置し、キネマティック方式と VRS 方式にて GPS と QZSS の電波信号を1秒間隔で取得した。この時、QZSS は4機運用中であった。ここで、VRS とは国土地理院の複数の基準局をネットワーク化し、仮想的な基準局を作成することで、測位を可能とする技術である²⁾。実験の詳細を図-1に示す。



図-1 実験詳細

3. 解析方法

VRS 方式で取得した解を参照値とし、キネマティック方式で取得した解と比較した。GPS 単体の場合と GPS に QZSS を併用した場合において、Fix 率と X 座標、Y 座標から求めた水平較差を対象に解析を行った。

ここで、自動運転において分岐・合流・障害物を回避し、車線変更する際に車線内を安全キープするための必要精度はRMS誤差0.25mと言われている³⁾。そこで、水平較差については必要精度 0.25m を満たしたものを適応可能な解とし、適応可能な解の割合を算出した。ただし、適応可能な解の割合は取得できた解の中で算出を行っており、解の種類は VRS 方式によって得られた解を基準にしている。また、都市部と郊外部の比較をするにあたり、実験時の衛星状況の解析を行う。

4. 解析結果と考察

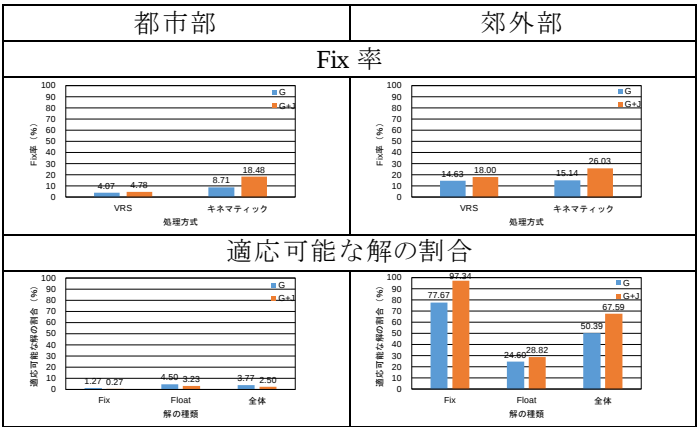
図-2に都市部と郊外部におけるGPS単体とGPSにQZSSを併用した場合のFix率と適応可能な解の割合を示す。ただし、Fix率は処理方式ごとの結果を示している。図-2のFix率をみると、どちらの場合でもVRS方式に比べキネマティック方式のFix率が高くなっている。また、QZSSを併用することで処理方式にかかわらずFix率が向上していることから、QZSSの併用効果を確認することができる。都市部におけるFix率は最大で約19%、郊外部では最大で約26%と低い結果となったが、Fix率に関しては郊外部の方が高くなる傾向を得られた。図-2の適応可能な解の割合をみると、都市部では最大で4.5%と非常に低く、郊外部ではQZSSを併用している場合にFix解であれば約97%と非常に高くなった。また、郊外部ではQZSSを併用することで適応可能な解の割合が向上したが、都市部では低下する結果となった。

このことから、実験時における衛星の状況について解析を行う。図-3に実験時の天空図を示す。天空図は実験時の衛星配置を示すもので、色の違いは信号の違いを示している。図-3をみると、GPSとQZSSどちらも衛星配置は大きく変わっていない。しかし、都市部では衛星位置のプロットが連続していないことから、安定して信号を受信できていない。都市部における

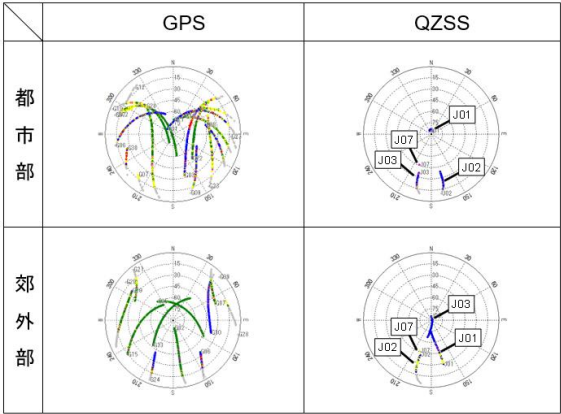
QZSS の天空図をみると、15°～45°の低仰角に J02 と J03 が存在している。低仰角の QZSS は精度を劣化させ得るため、QZSS を併用したため本来 Fix 解であったものが Float 解となった時の J02 と J03 の信号雑音比 SNR (Signal-to-Noise Ratio) について解析を行った。QZSS を併用したため本来 Fix 解であったものが Float 解となった時の SNR の時系列変動図の一部を図－4 に示す。

図－4 をみると、J02 では主に 14:09～14:10、J03 では主に 14:56～14:57 に QZSS を併用することで Fix 解が Float 解となった。この時、J03 では SNR が不安定になった時間帯と一致していることから、J03 を併用することが Fix 解を Float 解とさせたことが考えられる。そのため、周囲の遮蔽環境によっては低仰角の衛星を使用することが精度を劣化させ、安定した衛星測位を行うことができなくなる可能性が示唆された。

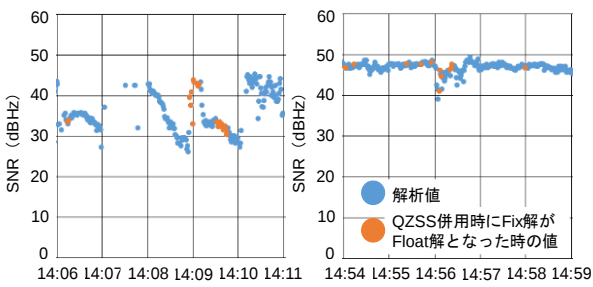
これらのことから、都市部では安定した測位を行うこと自体が難しく、特に低仰角の衛星が精度を劣化させ、QZSS を併用することが精度向上に繋がらない場合もあることを確認できた。逆に、郊外部では QZSS の併用効果が大きく、低仰角の衛星を利用しても安定した測位が可能であることを確認できた。



図－2 Fix 率と適応可能な解の割合



図－3 実験時における天空図 (RTKLIB にて作成)



図－4 QZSS 併用時に精度が劣化した時の SNR の時系列変動図

6. おわりに

本研究では、郊外部においては複数の QZSS を併用することによる精度向上効果は大きくなったが、都市部では低仰角の QZSS を併用することが精度劣化に繋がることもあることを示した。また、郊外部においては QZSS を併用した場合、Fix 解であれば本研究で設定した必要精度である 0.25m を約 97% 満たす結果となった。Fix 率は約 30% であったため、郊外部における車両位置検出であれば、走行時間のうち 30% は安定して活用可能なことが明らかとなった。

今後の課題として、都市部での安定した衛星測位方法の確立と、郊外部における Fix 率の向上が考えられる。都市部では遮蔽となる建造物の影響で低仰角に存在する衛星や、信号が直接届かない位置に存在する衛星からの電波が建造物や木などの反射物に跳ね返り、直接入射した電波と反射物との間の距離に比例し、遅延して入射する現象（マルチパス）が発生する可能性が高く、QZSS を併用しても測位精度を向上させることが難しい。さらに、低仰角の QZSS を併用することが測位精度の劣化に繋がることも確認されたため、使用する衛星の選択が重要になってくる。そこで、衛星測位を利用した車両位置検出において、精度を劣化させる可能性のある衛星をリアルタイムで選択し、自動で取り除くことができるシステムの構築などが必要となる。

参考文献

- 1) 内閣府宇宙開発戦略推進事務局：みちびき（準天頂衛星システム）、<<http://qzss.go.jp>>、（入手：2018.3.10）。
- 2) 測位衛星技術株式会社：GNSS の基本知識，Ver1.0，pp.33，2016。
- 3) 日本デジタル地図協会：デジタル道路地図，No.66，pp.10，2019。