

# 電波遮蔽環境における RTK 測位の GLONASS 利用条件に関する研究

日本大学 学生会員 ○池田 隆博  
日本大学 正会員 佐田 達典

## 1. はじめに

現在、衛星を利用した公共測量では、GPS を利用した干渉測位が主流となっている。中でも、実時間で高精度（5mm~20mm）な測位結果が得られる RTK（Real-time Kinematic）測位では、測量作業に加えて移動体を主とした機械制御等への適用も期待される。しかし、RTK 測位は常に利用可能な手法ではなく、電波遮蔽物となる建物や樹木等が周辺にある環境では安定した利用が困難であるという側面がある。

RTK 測位の安定した利用には、電波遮蔽環境における利用条件の改善が課題となり、方策の一つとしてロシアが運用する GLONASS（Global Navigation Satellite System）の併用が考えられる。GPS 以外の衛星系を併用することで利用可能な衛星が増加し、上空視界の悪い環境でも衛星測位を利用できる可能性がある。しかしながら、遮蔽物の位置関係に応じて利用可能な衛星は異なり、一定の併用効果が得られるとは限らない。

本研究では、電波遮蔽物と観測衛星の位置関係から GLONASS を併用した RTK 測位が効果的に利用できる条件を検討したのでその結果について報告する。

## 2. RTK 測位と初期化

RTK 測位では 2 台の受信機を必要とし、基準点上に受信機を固定し、もう一方の受信機は実時間で未知点位置を求めることができる。このとき、基準局の座標データおよび衛星観測データを通信リンクにより移動局へ送信する必要がある。

未知点位置は、衛星から受信機までの距離により算出され、波数に波長を乗じることで求められる。しかし、衛星から受信機までの連続波のうち波数の小数部はわかるが、整数部の波数は不明である。この未知の整数を整数値バイアスと呼び、これを確定するには GPS 単独（以下 GP）の場合は 5 機以上、GPS+GLONASS（以下 GP+GL）の場合は GLONASS 衛星を 2 機以上含んだ計 6 機以上の衛星観測が必要となる。

なお、RTK 測位では整数値バイアス確定の有無およ

表-1 RTK 測位で得られる測位解

測位解	内容	概略精度
Fix解	バイアスが整数値として確定した解	5mm~20mm
Float解	バイアスが実数値のままの解	10cm~数m
単独測位解	単独測位による解	10m

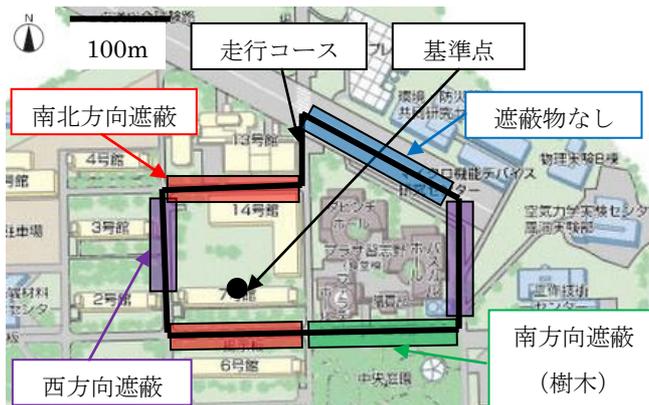


図-1 実験位置図



図-2 実験状況（左：基準局 右：移動局）

び基準局からの通信リンクの途絶により得られる測位解の種類が異なる。表-1に RTK 測位で得られる測位解の内容と概略精度を示す。

## 3. GLONASS の利用条件に関する検討

GLONASS を併用した RTK 測位を効果的に利用できる条件を検討するため、「GP」、「GP+GL」について RTK 測位を実施し、図-1に示す日本大学船橋キャンパス内の各観測区間で得られた測位解の割合を比較した。実験は、2010年11月28日13:00~14:00に実施し、図-2に示すように基準局を7号館屋上の基準点に設置し、移動局を電動式パーソナルトランスポートであるセグウェイに固定して、事前に定めたコースを一定速度で移動しながら測位を実施した。実験で使用した受信機はトプコン社製 LEGACY-E+であり、通信リンクは特定小電力無線を使用した。

キーワード GPS, GLONASS, RTK, 電波遮蔽物, 測位解

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1 日本大学理工学部 空間情報研究室 TEL047-469-8147

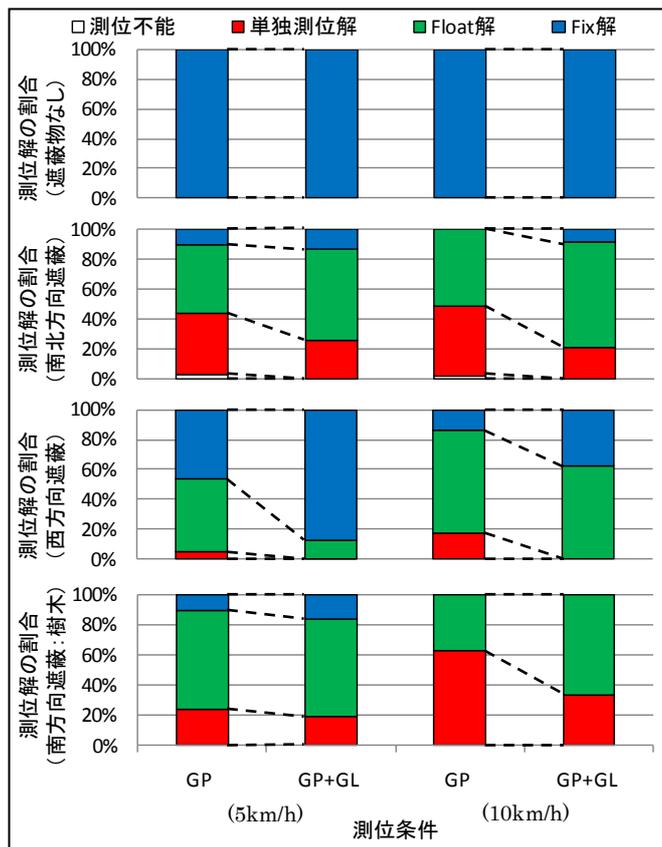


図-3 観測区間毎の測位解の割合

実験方法としては、データの出力間隔を 1Hz に設定し、走行コースを 1 周する毎に「GP」→「GP+GL」の順に測位条件を切り替えた。また、移動速度の影響を考慮するため、セッション毎に移動速度を「5km/h」→「10km/h」に変更し、このサイクルを 2 回実施した。

4. 実験結果

観測区間毎で得られた測位条件別の測位解の割合を図-3に示す。①「GP」と「GP+GL」、②移動速度、③電波遮蔽物の方向について測位解の傾向を比較し、以下の結果が得られた。

- ① 遮蔽がある場合、「GP+GL」の方が Fix 解は増加する傾向にある。
- ② 「GP」、「GP+GL」に関わらず「10km/h」の方が「5km/h」より Fix 解の割合が少なくなる、または Fix 解が取得できない。
- ③ 西方向遮蔽の Fix 解は「GP」、「GP+GL」に関わらず多くなる傾向が見られ、取得した解の 80%以上が Float 解または Fix 解となる。一方、南北方向遮蔽および南方向遮蔽（樹木）では、取得した解の 80%以上が単独測位解と Float 解となる。

これらの結果は、取得できる測位解の種類は初期化により左右されるため、観測区間毎の衛星数および衛星配置等の環境の違いが影響していると推察される。

表-2 Float 解取得時の平均観測衛星数

観測区間	5km/h		10km/h	
	GP	GP+GL	GP	GP+GL
南北方向遮蔽	4.5	6.0	4.2	5.4
西方向遮蔽	4.9	7.3	4.9	6.6
南方向遮蔽(樹木)	4.6	5.7	4.3	5.6

表-3 Float 解取得時の平均 PDOP

観測区間	5km/h		10km/h	
	GP	GP+GL	GP	GP+GL
南北方向遮蔽	7.14	6.76	8.49	8.89
西方向遮蔽	5.39	4.28	4.31	3.69
南方向遮蔽(樹木)	6.41	7.23	10.21	6.99

次に、測位解と観測環境の関係性を調べるため、観測区間毎に Fix 解取得手前である Float 解取得時の平均観測衛星数(表-2)と平均 PDOP(表-3)を求めた。PDOPとは衛星配置による3次元方向の精度劣化度を示す指標であり、値が小さいほど精度に対する衛星配置が良好となる。観測区間毎に①平均観測衛星数、②平均 PDOP の傾向を比較し、以下の結果が得られた。

- ① 南北方向遮蔽と南方向遮蔽（樹木）では、GLONASS を併用しても 6 機以下となり初期化に必要な衛星数に満たないが、西方向遮蔽では 6 機以上となる。
- ② 南北方向遮蔽と南方向遮蔽（樹木）では、「GP」「GP+GL」ともに PDOP が 6 以上となり Fix しない傾向にある。一方、西方向遮蔽では、「GP」「GP+GL」ともに PDOP が 6 以下となる傾向が見られた。

これらの結果は、西方向遮蔽時の観測条件がその他の観測区間における条件と比較して良好であることを示しており、GLONASS の併用効果が得られる条件として、衛星数が 6 機以上に増加し、PDOP が 6 以下の場合であると推察される。

5. 結論

本研究では、電波遮蔽物と観測衛星の位置関係から GLONASS を併用した RTK 測位を効果的に利用できる条件を検討した。その結果、GLONASS 併用により Fix 解が増加する条件として、①GPS 単独では初期化に必要な衛星数が僅かに不足している場合、②衛星の幾何学的配置が改善する場合であり、上記の条件以外では併用効果が得られない傾向にあることがわかった。また、GLONASS 併用に関わらず低速移動の方が Fix 解は増加する傾向が見られた。

今後は、各衛星系の軌道から日時に応じた電波遮蔽物と観測衛星の位置関係を明らかにし、観測時間帯に応じた GLONASS の利用条件を検討する予定である。

謝辞：本研究は平成 22 年度科学研究費補助金基盤研究 C(20560495)の助成を受けた。ここに記して謝意を申し上げる。