

### RTK-GPS における初期化時の精度変化に関する実験

日本大学	学生会員	○林 佑樹
日本大学	正会員	佐田 達典
静岡コンサルタント	非会員	池谷 優磨

#### 1. はじめに

RTK-GPS (Real-Time Kinematic-GPS) は、リアルタイムに高精度な測位が可能な方式であり、測量や建設機械制御などで実用化されてきた。今後、カーナビゲーションの高度化、車両の自動運転などへの応用も期待されている。

しかしながら、RTK-GPS は常に高精度を維持できるわけではなく、衛星電波受信中断によって受信衛星数が 3 個以下になると整数値バイアスが失われ、精度は数十 cm～数 m に劣化する。再び高精度測位へ復帰するには 5 衛星以上から受信して整数値バイアスを再確定する必要がある。この過程を (再) 初期化と呼び、初期化完了前後で測位解の精度が大きく変化する。

本研究では初期化完了前後での測位解の変動に着目し、その特性を把握するための実験を実施し検討を行った。

#### 2. RTK-GPS と初期化

GPS で実時間の搬送波位相による測位 (干渉測位) を行う方式を RTK-GPS と呼ぶ。リアルタイムに精度約 20mm の測位を行うことができる。RTK-GPS では、移動局に基準局のデータを伝送するため無線データリンクと組み合わせて使用される。

干渉測位では、衛星から受信機までの距離は波数に波長を乗じて求める。受信機が最初に波を受信したとき、それが連続波のどの部分であるか波数の小数部はわかるが、この瞬間に衛星から受信機までの全体の波のうち観測した波数小数部を除いた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、これを確定することを初期化という。

衛星と受信機間の観測距離は式 (1) で表される (電離層と対流圏での遅延を除く)。式 (1) における衛星時計誤差と受信機時計誤差を消去するとともにバイアスを整数値で決定できれば、高精度の測位が可能となる。

$$R(t) = N\lambda + [\Phi(t) + \phi_0]\lambda + cdT + cdt \quad (1)$$

$R(t)$  : 衛星と受信機間の距離  $N$  : 整数値バイアス  
 $\lambda$  : 波長  $\Phi(t)$  : 波数変化分  
 $\phi_0$  : 最小の波数小数部  $c$  : 電波伝搬速度  
 $dT$  : 衛星の時計誤差  $dt$  : 受信機の時計誤差

なお、バイアスを整数値で求めた解が Fix 解となる。電波受信が中断するとバイアス値が失われ、再び初期化が必要となる。初期化するまでの解を Float 解と呼び、精度は数十 cm～数 m とされる。Float 解はバイアス値が整数値として決定されず実数のままの場合の測位解である。また、RTK-GPS システムでは、無線が途絶した場合には単独測位解、あるいは DGPS 解となる。

#### 3. 測位解の精度比較実験

##### (1) 固定での連続観測実験

固定観測での Fix 解の変動を調べるため、天空方向に開けた場所で RTK-GPS の連続観測を行った。使用した受信機はトプコン社製 LEGACY-E+ であり、1 秒毎に約 1 時間、測位解 (Fix 解) を記録した。基準局から移動局までの基線は約 10m である。図-1 に測位解の時系列変化を示す。X 座標 (北方向)、Y 座標 (東方向)、楕円体高の平均値からの差で示している。標準偏差は X 座標が 3mm、Y 座標が 3mm、楕円体高が 9mm となった。

##### (2) 初期化実験

(1) と同じ条件で初期化実験を実施した。移動局のアンテナケーブルを受信機から抜き差しすることで、初期化を繰り返す実験である。すなわち、アンテナケーブルを受信機から抜き、観測衛星数がゼロとなったことを確認する。そして再び接続すると測位解は「測位不能」→「単独測位」→「Float 解」→「Fix 解」と変移する。この過程を 100 回実施し、Float 解と Fix 解の変動について調べた。

図-2 に初期化実験 (100 回分) での Float 解の平面

キーワード GPS RTK-GPS 測位精度 初期化

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部社会交通工学科 TEL 047-469-8147

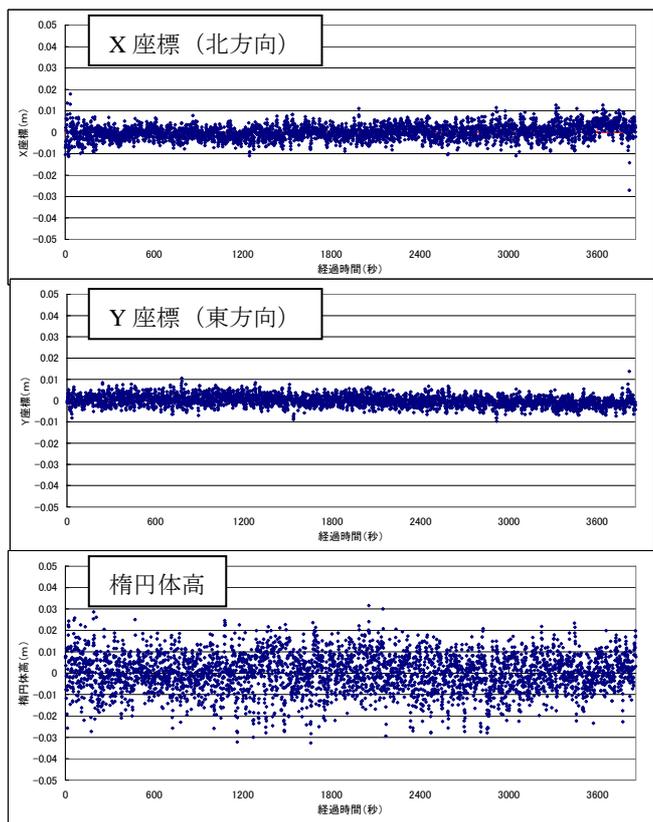


図-1 固定観測における Fix 解の時系列変化

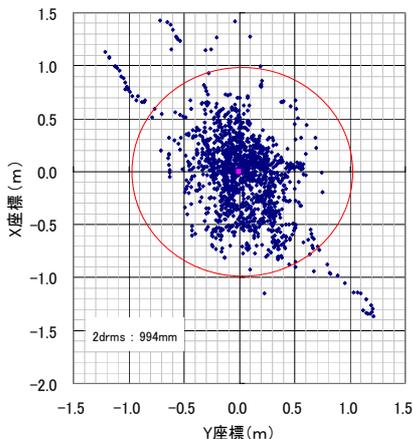


図-2 初期化実験での Float 解の平面分布

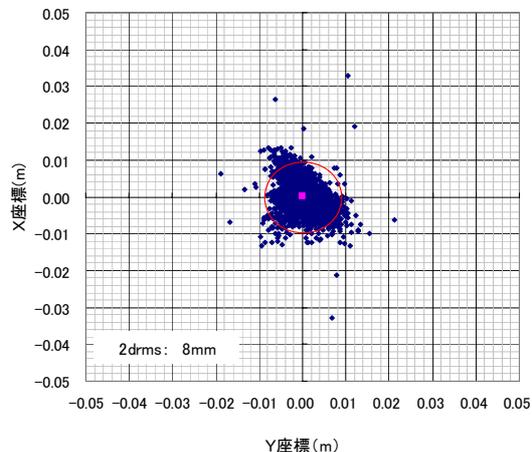


図-3 初期化実験での Fix 解の平面分布

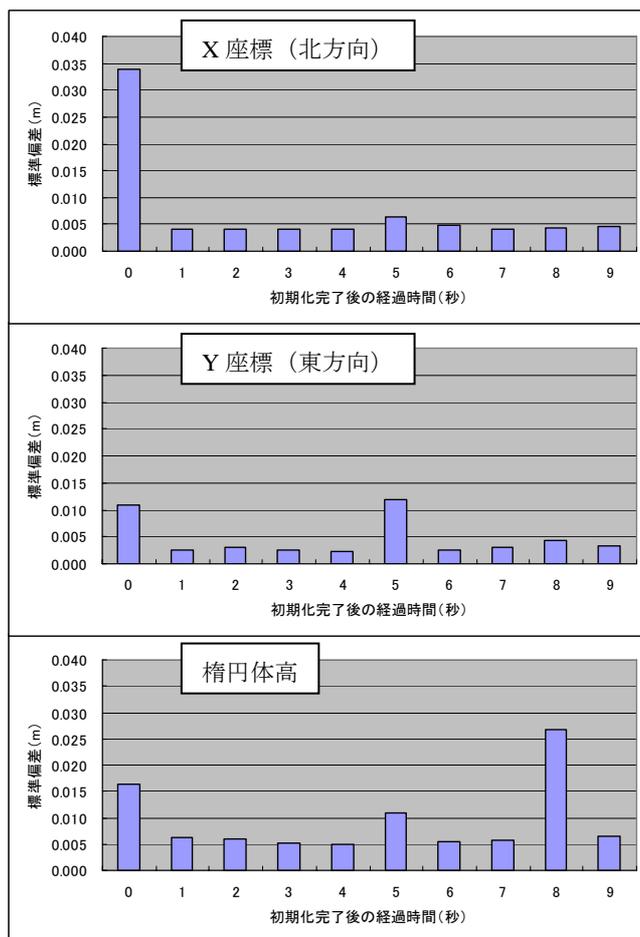


図-4 初期化完了後の Fix 解の変動(標準偏差)

分布を、図-3に Fix 解の平面分布を示す。2次元の rms 値の2倍の距離である 2drms 値は Float 解で 994mm、Fix 解で 8mm となった。図-4は初期化完了後の Fix 解のばらつきを標準偏差で示している。初期化完了時の Fix 解はばらつきが大きい、完了後1秒後以降は一部を除き安定した値となっている。

4. まとめ

本実験では初期化完了前後の測位解の精度について調べた。その結果、初期化完了以前の Float 解は 2drms 値が約 1m となり精度が低いこと、初期化完了直後の Fix 解はばらつきが大きい、すぐに定常時と同等の精度になることがわかった。

RTK-GPS では、通常、Float 解は棄却し Fix 解のみを採用するアプリケーションが多い。基準点測量のように一定時間の平均値を採る場合は問題が少ないが、即時性が要求される移動体制御の場合には初期化直後の測位解の扱いに留意する必要がある。

謝辞

本研究は平成20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。