

安価な 2 周波 RTK-GNSS 測量機器の林内実用化検証

—高精度衛星測位で「ポール持ち」にさよなら！?—

森と木のクリエイター科 林業専攻 早坂 光司

1. 研究背景

GNSS とは、地上あるいは宇宙空間において衛星を使って位置を決定するシステムである。GNSS の登場により、位置決定の簡便さから自動車のカーナビゲーションや携帯電話に組み込まれ、デジタル地図と一緒に現在地を簡単に調べられる時代になった。

現在では、センチメートル級の精度をリアルタイムに測位できるシステムも構築されてきており、その代表的なものが「2 周波 RTK-GNSS」である。その受信機は非常に高価なものであったが、近年、受信できる信号の種類が限られる安価な 2 周波 RTK-GNSS 受信機でも、測位衛星の増加により高精度で短時間の位置決定が可能になってきた。

しかしながら林業界では、森林組合での間伐前の面積測量や路網の出来高管理など、測量はレーザーコンパスが主流である。レーザーコンパス測量は、コンパスで視準する人員の他に反射板のついたポールを持つ人員が必要であり、GNSS には省人化の期待も寄せられている。GNSS を使おうとしている事業者もあるが、林内において従来の GNSS では精度が安定せず、普及には至っていないのが現状である。

2. 目的

本研究では、安価な 2 周波 RTK-GNSS 受信機を用いて林内の様々な条件下での精度を検証し、林業の現場での実用化を検討した。

3. 方法

2 周波 RTK-GNSS 受信機として、ビズステーション社「DG-PRO1RWS」を使用した。価格は約 6 万円で、従来の 2 周波 RTK-GNSS 受信機が 100 万円近いことを考えると、とても安価である。

アンテナは U-Blox 社「AN-MB-00-00」を使用した。こちらも 1 万円を下回る価格である。

精度の検証手順は以下の通りである。

① 三角点での位置精度検証

GNSS の精度は上空の空き具合である開空度により影響を受けるといわれている。そこで正確な緯度・経度が既に分かっている美濃市・関市内の三角点を回り、開空度に差がある 4 点を選抜して精

度の検証を行った。

2 周波 RTK-GNSS の他、比較のため Garmin ウォッチなどハンディタイプの GNSS 測量で用いられてきた 1 周波単独測位も行った。また、RTK 測位の原理として、基準局と移動局（受信機）で同じ衛星の信号を受信し、差分計算によって互いの距離が「何波長＋何度の位相」離れているかを算出（Fix）し、高精度な測位をする。したがって基準局と移動局との距離が精度に影響すると考えられるため、複数の基準局を用いて測位を行った。基準局は HP 上で公開されている無料の基準局と、有料サービスによる基準局を利用した。精度の検証は 10 分間ログデータを取り、1 周波単独測位（Garmin ウォッチ「ForeAthlete® 935」）、2 周波単独測位（DG-PRO1RWS の単独測位モード）、無料基準局 2 周波 RTK 測位（愛知県東浦町にある基準局を使用）、有料基準局 2 周波 RTK 測位（ドコモのサービスにより美濃市中有知にある電子基準局を使用）の 4 つの測位方法の水平距離と垂直距離の精度の変化を比較した。

② 演習林内での距離測定精度検証

GNSS の信号を受信しやすい三角点ではなく、尾根・谷など起伏があるところでの精度を検証するため、演習林内の作業道上で距離の精度を検証した。比較的空の開けた場所に有料基準局を使った 2 周波 RTK で基準点を作成し、その基準点にトータルステーションを設置し、正確な距離の測点を設けて試験地を作成した。

ここでは、「2 周波単独測位」、「無料基準局 2 周波 RTK 測位」、「有料基準局 2 周波 RTK 測位」、で 5 分間ログデータを取り、水平距離の精度の変化を比較した。

③ デジタルコンパスとの比較検証

美濃市にある洲原神社の社寺有林（ブッポウソウの繁殖地として県天然記念物に指定）において洲原神社鎮座 1300 年事業として、大径木の資源調査を行う話があり、そこでデジタルコンパス測量と GNSS での測量のデータを比較してみた。

ここでは、テクニカルセンター前広場に自前基準局を設け 2 周波 RTK 測位を使用した。実務的な可能性を検証するためログデータは 10 秒とした。

4. 結果

① 三角点での位置精度検証

調査した4点のうち、開空度の一番高い曾代の三角点と、一番低い松鞍山の三角点での10分間のログデータをグラフ化したものを図1に示す。

開空度の違いによって変動幅が変わる単独測位と比べて、2周波 RTK 測位は、高精度で安定した位置を取得できた。愛知県東浦町にある無料基準局と美濃市中有知にある電子基準局では、後者の方が移動局に近い。近い基準局を用いるほうが GNSS 測位の誤差の大きな要因である大気圏内の電離層や対流圏の揺らぎを消去できるため精度が高くなることがわかった。

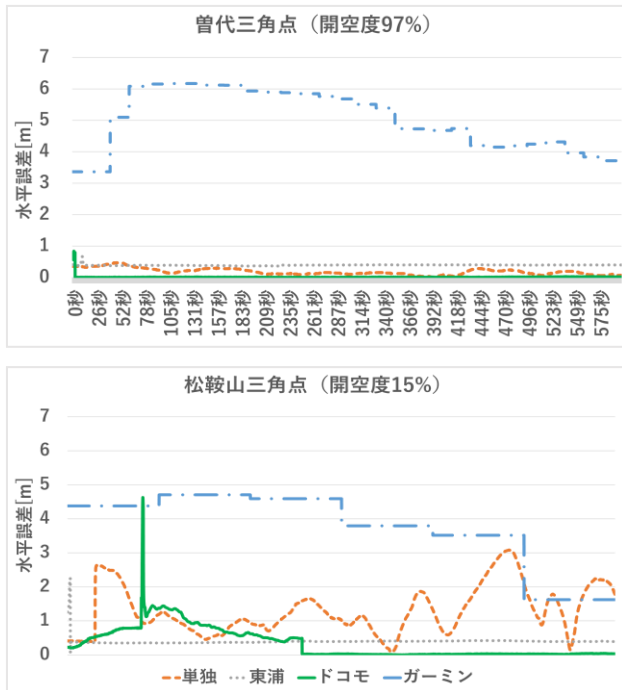


図1 三角点での各測位方法のログデータ

② 演習林内での距離測定精度検証

基準点から各測点（方角と傾斜に違いをつけた6点）との水平距離を測定し、各測位方法との差を比較したグラフを図2に示す（トータルステーションの値が0）。

作業道上では山頂にあるような三角点と違い、傾斜のある場所での位置は安定しないことがわかった。しかし移動局からの距離が近い基準局を使用した RTK では各測点で1m以内の誤差内に収まり、従来の単独測位に比べて高い精度で測量できることがわかった。

③ デジタルコンパスとの比較検証

洲原神社社寺有林内の大径木の直下という開空度の非常に小さい38測点でデジタルコンパスと2周波 RTK による数値を比較し、誤差の平均値は

1.49m、標準偏差 1.18m という結果を得た。空が開けている場所で得られる±数 cm 以下の精度は得られないが、自前の基準局・短いログ時間でも従来の GNSS 測量に比べて高い精度で測量できることがわかった。

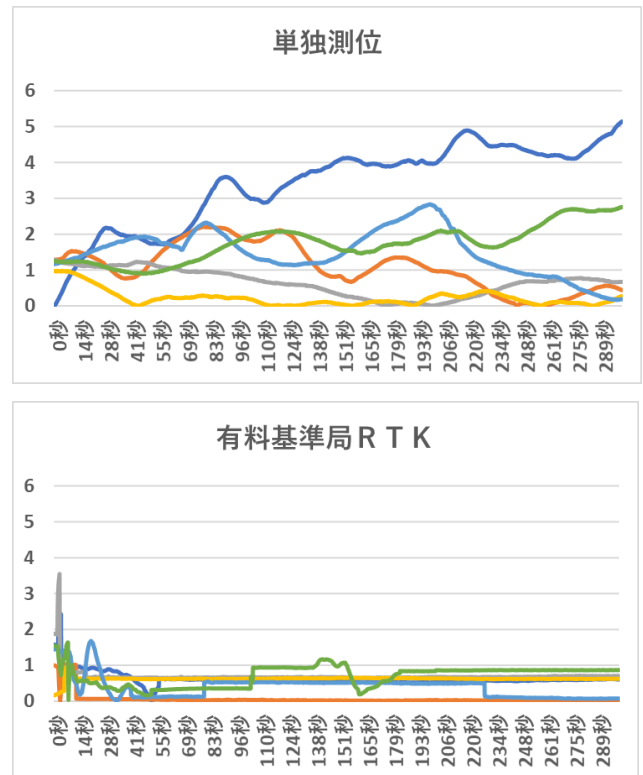


図2 演習林内作業道試験地での各測位のログデータ

5. 林業現場での実用化について

長野県林業総合センターの戸田主任研究員のGNSS用途別精度管理基準（案）を表1に示す。

表1 GNSS用途別精度管理基準（案）

用途	必要精度	リアルタイム性	
森林路網	出来高管理	2点間距離10cm IP間距離20cm	
	線形マッピング	1~2m	
	災害調査	位置計測5m	
造林検査	皆伐	各点1m (コンパス相当)	
	間伐	各点2m (コンパス相当)	
境界確認	1~2m	必要	
現地踏査	1~2m	必要	

今回の結果と照らし合わせてみると、まず路網の出来高管理については、やや厳しいことがわかるが、それ以外の項目については2周波 RTK の実用化可能性は高いと考えられる。

明らかに尾根である場所で谷に点が落ちることが度々起きる1周波単独測位と違い、林内でも±1m程度の精度が得られるため境界確認や現地踏査に威力を発揮するのではないかと考えられる。