

森林内での測位精度向上に2周波GNSS受信機とRTK測位手法を活用する技術を開発

林業工学研究領域：瀧 誠志郎・有水 賢吾・宗岡 寛子

林業機械の自動走行の実現にはリアルタイムに迅速な高精度測位が必要ですが、森林では、低い開空度、複雑な地形、電子基準点の遠さにより大きな測位誤差が生じます。そこで2周波GNSS受信機とRTK測位手法を用い、既存の電子基準点及び自前の固定基準局を用いた時の測位誤差を解析しました。その結果、高精度な測位を行うためには土場等の開けた場所に自前の固定基準局を設置し、特定小電力無線機で固定局と移動局の通信を行う短距離RTK測位が有効であることが分かりました。一方、林業機械の走行では路面状況に起因する制御誤差が発生するため、高精度なGNSS測位だけでは自動走行を制御することは困難であることが分かりました。

成果

森林内での測位精度を飛躍的に向上させる、特定小電力無線機による短距離RTKとは？

RTK測位には、全国約1300か所に設けられている電子基準点を固定局として利用できますが、電子基準点から遠い森林内では十分な測位精度が得られない場合があります。森林内で有効と考えられるのが、土場などの開けた場所に自前の固定局を設置して、特定小電力無線機により移動局と直接通信して補正を行う方法(特定小電力無線機による短距離RTK)です。本研究では、電子基準点を利用したNTRIP方式、特定小電力無線機を用いた短距離RTK方式のそれぞれで移動体の座標を計測し、トータルステーションによる正確な座標と比較しました。その結果、NTRIP方式では平均誤差が10~25cmであったのに対し、特定小電力無線機を用いた短距離RTK方式では平均誤差は1~2cmと飛躍的に精度が向上しました(図1)。

安全な自動走行のために必要な測位精度は？

平均誤差1~2cmという測位精度が林業機械の自動走行に活用できる精度なのかシミュレーションしました。GNSS測位誤差を変化させて作業道の線形を想定した走行シミュレーションの結果、短距離RTK方式に相当する高精度測位の場合であっても路面状況に起因する制御誤差が最大で約85cm程度発生する可能性があることが分かりました。(図2)。このことから、GNSSの高精度測位だけでは自動走行を制御することは困難であることが分かりました。

GNSS測位を活用して林業機械が自動走行するには、どんな作業道が必要？

林業機械が安全に作業道を自動走行するためには、GNSS測位誤差の他に路面状況によって発生する制御誤差も考慮した道造り、すなわち作業道の道幅に余裕を持たせる必要があります。上述のシミュレーション結果をもとに必要な道幅を求めると、測位誤差が0.5m以下で路面の状態

が良好な場合は3.5m程度ですが、測位誤差1.0~3.0mでは4.0m以上と考えられました。現在、一般的な森林作業道の道幅は3.0m程度ですが、これを4.0mに広げた場合、土工量(開設工事の際の土の移動量)は1.78倍となり(図3)、開設コストや山腹崩壊リスクの上昇が懸念されます。自動走行の実現には、GNSS測位に加え、画像認識やレーザー等による自己位置推定技術(SLAM)の援用、多様な路面状態に対応できる制御技術が必要と考えられます。

研究資金と課題

本研究は本研究所の交付金プロジェクト「森林域における2周波GNSS-RTKの活用技術の開発」による成果です。

文献および参照サイト

有水賢吾・瀧誠志郎・宗岡寛子(2021)林業機械における自律走行時の制御誤差に与える測位精度の影響。森林利用学会誌, 36(4), 193-200。

瀧誠志郎(2021) <論壇>高精度な森林情報をどう活用すべきか。森林技術, 948, 2-6。

専門用語

GNSS: Global Navigation Satellite System (全球測位衛星システム)。米国のGPS、日本の準天頂衛星(QZSS)、ロシアのGLONASS、欧州連合のGalileo等の衛星測位システムの総称。

RTK: Real Time Kinematic(相対測位)。固定局と移動局の2か所で同時にGNSS測位を行い、固定局における真値とのズレを補正情報として利用することで、移動局の測位精度を向上させる技術。

NTRIP: Networked Transport of RTCM via Internet Protocol。インターネット回線を通じてRTK補正情報を配信するサービス。

RTCM: Radio Technical Commission For Maritime Services(海事用無線技術委員会)。非営利の国際標準化組織の名称で、GNSSデータの標準フォーマットなどを定めています。NTRIPにおいて配信される補正情報はこのRTCMが定めたフォーマットに基づいたデータが配信されます。

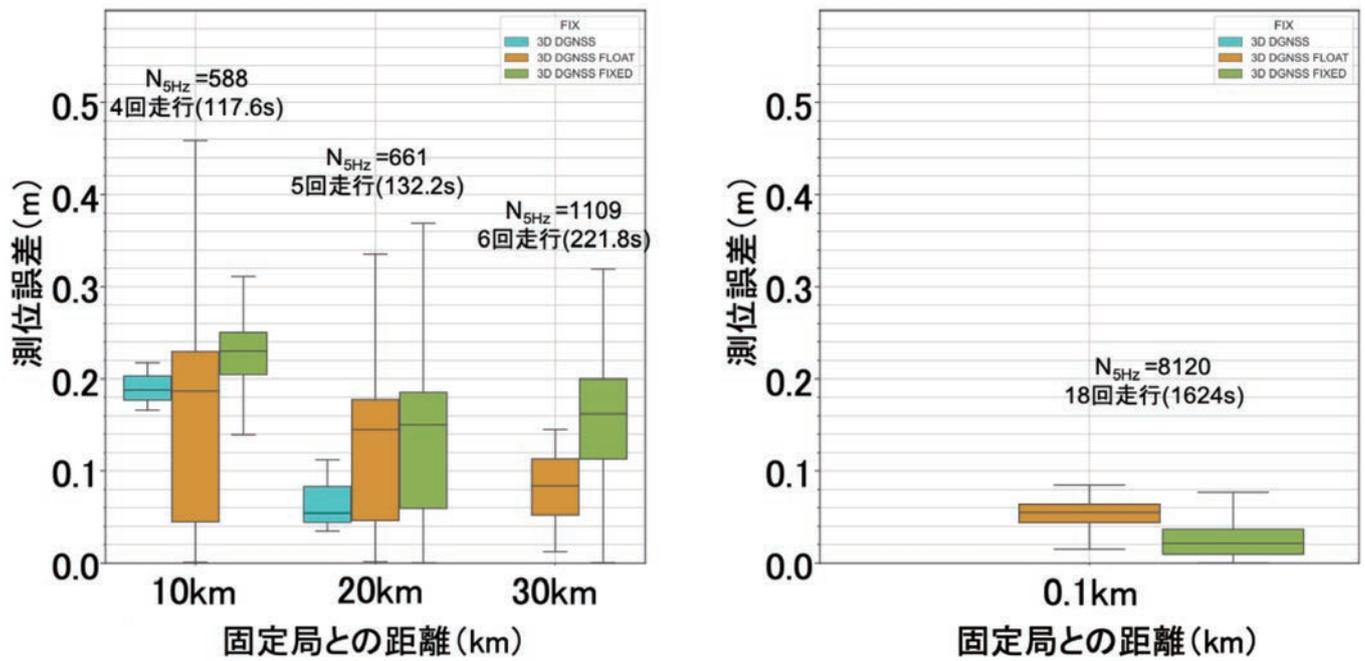


図1 電子基準点を使ったNTRIP方式(左図)と特定小電力無線機を使った短距離RTK方式による測位誤差(右図)

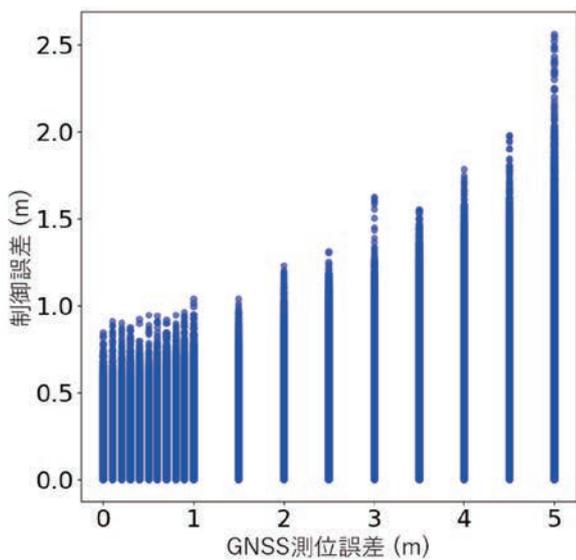


図2 走行シミュレーション時のGNSS測位誤差と制御誤差

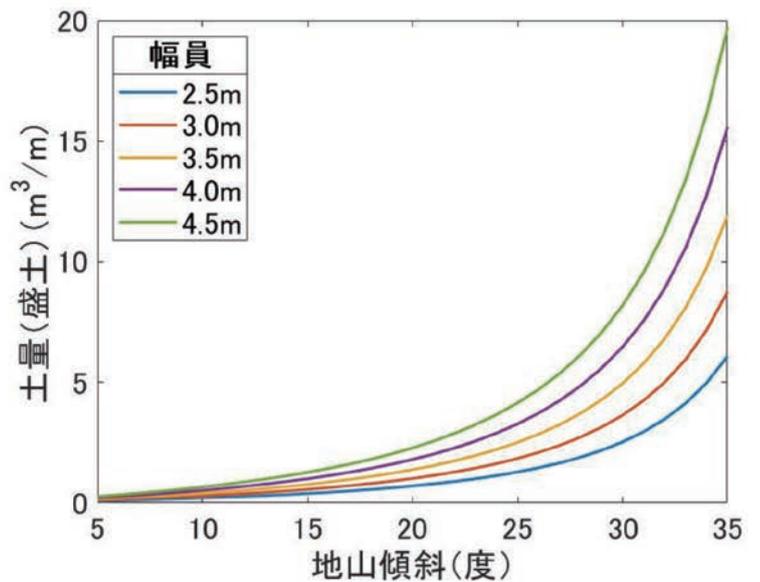


図3 地山傾斜に対する作業道幅員に応じた盛土土量の変化