

cm級GPS ラズパイ実験! RTK信号処理入門

第5回 注目高精度測位RTK GPSの仕組み

羽多野 裕之

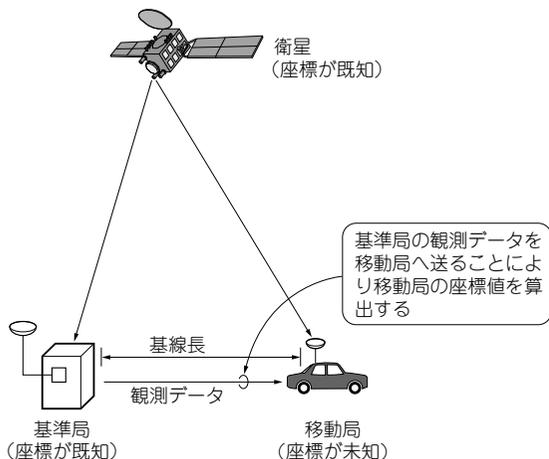


図1 基準局の座標を使って移動局の座標を求める

搬送波の数を利用して精度を上げるキネマティック測位の中でも、とりわけ注目されているRTK(リアルタイム・キネマティック)を紹介します。

高精度RTK測位とは

● 搬送波の波数を数える

キネマティック測位は衛星から発信された搬送波信号の波を数えて座標を計算する仕組みです。また、RTK測位では2つの受信機が必要です。1基目は座標が分かっている固定された基準局です。もう1つは座標を知りたい移動局です。座標の分かっている基準局と、分かっている移動局との受信信号の差分を用いることで、移動局の座標を高精度に求めます。イメージを図1に示します。

かつては基準局と移動局の間でデータをリアルタイムにやりとりすることが難しかったことと、計算量が膨大で演算に時間が必要であったため、後からデータを突き合わせて座標計算をしていました。しかし、最近ではさまざまな方法で容易にデータを送受信できるようになり、CPUの演算速度も十分に向上したこと

から、基準局からのデータを移動局が受け取り、その場で座標計算ができるようになりました。瞬時に移動局の測位が可能になることから、リアルタイム・キネマティック(RTK)と呼ばれています。

● 位相差まで使ってさらに精度を向上させる

GNSS衛星からは1.5GHz帯の搬送波信号が送信されています。この搬送波には、衛星の軌道情報や誤差補正情報、信号送信時間などの情報が含まれています。単独測位では、これらの各種情報をもとに測位計算を行って座標を求めていました。一方、RTKではこれらの各種情報に加えて、搬送波そのものを利用して座標を求めます。GPSからの搬送波はL1波で波長は19cmですので波の数だけで測位を行うと精度は19cmとなります。さらに、19cmの波長を例えば1/256で分割し、位相までも利用すると7.4mmの精度まで追い込むことができます。単独測位の精度は良くても1mほどですので、かなりの精度向上が期待されます。

「では、衛星と受信機間の波の数を数えましょう」という話になりますが、そう簡単ではありません。受信機では、到来する波の数を常に観測することは可能ですが、どの波が衛星送信時に発出された波かわかりません(波に印はつけられません!)。波の個数には曖昧さが残ります。これを整数値アンビギュイティと呼びます。この整数値アンビギュイティの推定方法がRTK測位の大きな課題となります。地上から衛星までの距離2~3万kmの間に19cmの波が幾つあるか数えることは非常に難しく現実的ではありません。実際には基準局と移動局の波の数の差分を求めています。

高精度な測位結果を得るためには複数の方程式を何度も計算し、もっとも確からしい整数値アンビギュイティを推定していきます。ただし、むやみに複数の計算を解いていっても、整数値アンビギュイティはいつまでたっても収束しません。まずは、ばらつきを生じさせる誤差を知り、可能な限り誤差を取り除いてから整数値アンビギュイティを求める必要があります。