



第1章

ターゲットをピンポイント追従!
カー・ナビより100倍高精度

お話 「センチメートル測位 RTK」入門

岡本 修 Osamu Okamoto

本章では、衛星が送信する搬送波の波数と位相の情報を利用するセンチメートル測位技術「RTK(Real Time Kinematic)」の中でも一番オーソドックスな測位方式「ローカル・エリアRTK」を例に、高精度測位に必要な機器を紹介します。

■ 定番センチメートル測位技術 「RTK」のあらし

● システムの基本構成

ローカル・エリアRTKは、まず、座標値がわかっている場所に、1台のレシーバとアンテナを設置します(図1)。これを**基準局**と呼びます。さらに、もう1台のレシーバとアンテナをを位置を計測したい移動体に取り付けます。これを**移動局**と呼びます。

移動局は、基準局が観測した搬送波積算値を自分が測ったカウント値と突き合わせて、その差分をとることで、基準局と移動局の共通誤差となる電離層の影響を相殺します。

移動局と基準局のレシーバは、NEO-M8P、NEO-M8Tなど、搬送波位相を測定できるタイプでなければなりません。さらに、基準局の観測データを移動局まで送る伝送手段が必要です。図1(a)に示すのは無線機を利用して、移動局と基準局の間で直接通信する構成、図1(b)に示すのはインターネットを経由する構成です。図1(b)の構成は、無線モデムやモバイル・ルータなどのIP通信手段が必要です。

測位計算プログラムは、

- GNSS受信モジュール
- Windowsパソコン
- Linuxワンボード Raspberry Pi

などさまざまな端末で動かすことができます。

図1では、オープンソースの**RTK測位プログラム・パッケージ RTKLIB**をWindowsパソコンで動かした例です。RTKLIBは、高須 知二氏が開発した計算プログラムで、その測位性能は世界的に高く評価されています。

● 搬送波を使うRTK測位は、コード測位方式より100倍高精度

衛星が放送する1.023 MHzの測位用コードをGNSSレシーバ1台で受信する「**単独コード測位**」と、レシーバを2台使い、測位コードに加えて搬送波の波数と位相も測る「**ローカル・エリアRTK法**」の精度を比べてみましょう。

精度の違いの原因は、測位に使う信号の波長です。

図2(a)に示すのは、カー・ナビゲーションや携帯電話で利用されている単独コード測位法のレシーバを定点に置いたときの精度(水平方向)です。長さ約300 kmのコードに内包された1023ビットのデジタル・データをもとに測位します。1ビット分の波長は約300 mです。レシーバはこれを1/100に分解するため、衛星-アンテナ間で精度数mで測距します。測位精度は水平方向に**数m**ばらつきます。

図2(b)に、RTK法の定点でのRTK法の結果(水平方向)を示します。RTK法では、コードを地上まで送り届けるために利用する1.5 GHz搬送波の波数と位相を観測します。搬送波を観測できるレシーバは、波長約19 cmの1/100の分解能をもつので、約2 mmの高い精度で衛星-アンテナ間で測距することができます。**実力精度は水平方向で数cm**です

● RTKは電波の受信条件が悪いと位置の計算結果がなかなか出ない

RTK法は、GPS衛星が地球に向けて発している約1.5 GHzの搬送波を直接観測します。

1.5 GHzの搬送波は波長が19 cmと短いことから、受信開始時には衛星とアンテナ間にある波数が不確定です。この波数を**整数値バイアス**と呼びます。この整数値バイアスの候補をコンピュータで計算して絞り込んでいき、波数を決定します。

▶ センチメートル高精度にこだわるならFix解が求まるまでじっと待つ

図3に示すのは初期化時間と精度の関係です。波数を絞り込む過程の測位解を**Float解**、波数を決定した