



イントロダクション1

実用に向けて進化を続ける 高精度GPS測位の世界

高須 知二 Tomoji Takasu

標準的なGNSS測位と 高精度GNSS測位のちがい

- 米国GPS以下の測位衛星が増えてきたので、これらの衛星はGNSSという総称で呼ばれている

米国が運用する測位衛星GPS(Global Positioning System, 正式名Navstar GPS)は、1970年代に軍事目的のために開発されました。1990年代にその民生利用が解放され、さらに2000年に意図的な精度劣化措置(SA: Selective Availability)が解除され測位精度が向上して以降、爆発的にユーザの数が増えてきました。現在では、カーナビ、スマートフォン、腕時計、といった多くの民生用電子機器にGPS受信機が内蔵されて、人々の生活になくてはならないものになっています。

近年、GPSに加えて米国以外の国々が運用する測位衛星も利用できるようになってきました。ロシアのGLONASS、欧州連合(EU)のGalileo、日本の準天頂衛星、中国のBeiDou(北斗)、インドのNavIC、といった測位衛星です。最近ではこれらの衛星を総称して

GNSS(Global Navigation Satellite System)と呼ぶことが多いので、以下ではGNSSという用語を使います。

- 一般のGNSS測位は誤差数mだがそれを数cm～数十cmに収める技術が実用化されている

一般用のGNSS受信機から出力される受信機位置(方程式を解いて求めるので測位解とも呼ばれる)には、通常、数mから数十mの誤差が含まれています。

一方、GNSSを使って、数cmから数十cm程度の精度で受信機位置を求める高精度GNSS測位技術が開発され、改良されてきました。このうち、現在最も普及している測位方式がRTK(Real-time Kinematic)です。

しかしRTKを利用するためには特別なGNSS受信機が必要で、少し前まではこれらの受信機は非常に高価でした。そのため、特定の専門家以外のユーザが、高精度GNSS測位の恩恵を受けることは困難でした。

数年前からこれらの機器の低価格化が進み、例えば十年前に数百万円以上した受信機とほぼ同等の機能・性能を持ったものが、現在では十万円前後で手に入る

表1 標準GNSS測位と高精度GNSS測位の比較

比較項目	標準GNSS測位	高精度GNSS測位
観測データ	疑似距離	搬送波位相および疑似距離
測定誤差(RMS)	およそ30cm以下	およそ3mm以下
マルチパス	30cm~30m	1~3cm
信号感度	高感度、 C/N_0 は20dB-Hz未満でも実用	低感度、 C/N_0 はおよそ30dB-Hz以上必要
測位精度 (水平RMS)	数m~数10m(単独測位), 1m~数m(DGNSS)	2cm以下(RTK), 2~6cm(PPP-RTK), 5~20cm(PPP)
アンビギュイティ	なし	推定または決定が必要
観測データ連続性	連続	不連続(サイクルスリップ) ^注
使用測位信号	主に1周波(L1帯)	2周波または3周波(L1帯, L2帯, L5帯)
受信機価格	低(1万円以下)	高(多くは10万円以上)
主な応用分野	カーナビ、スマートフォン、腕時計、GNSSロガー、ドライブ・レコーダー、カメラ、ドローン、航空機・船舶航法、貨物追跡、車両管理、鉄道保安、位置ゲーム、スポーツ	測地観測、GNSS測量、情報化施工、精密農業、ドローン、自動運転、地すべり監視

注. サイクルスリップが発生すると、搬送波位相による観測は(大きい場合)数万kmも飛ぶことがある。不連続を想定した特別な処理が測位計算時に必要