



みちびき5,6,7号機に搭載予定!
高精度な時刻生成と遅延時間の補正がキモ

準天頂衛星みちびきの中身! 日本の最新測位用ペイロード

松村 瑞秀
Mizuho Matsumura

みちびき初号機が2010年に打ち上げられて以降、準天頂衛星システムは、測位精度とその信頼性を高めてきました。

初号機において蓄積されたさまざまな技術を次号機以降に活用するだけでなく、衛星間や衛星/地上間の測距という新たな技術開発を進めています。

NECは、初号機から衛星に搭載する測位のミッションペイロードを開発してきました。高精度な測位サービスの提供により、社会に多くの変革をもたらしていくことを目指し、7機体制構築に向けて、開発・整備を進めています。

本稿では、準天頂衛星5,6,7号機に搭載される「測位ミッションペイロード」の詳細を紹介します。

準天頂衛星に搭載される 測位ミッションペイロード

準天頂衛星みちびき(QZS)は、既存の4機(2,3,4号機のQZS2,3,4および初号機後継機のQZS1R)に加えて、追加3機による7機体制を確立すべく、5,6,7号機(QZS5,6,7)を開発しています。新規開発中の追加3機に搭載されるペイロードを、測位ミッションペイロード(NMP: Navigation Mission Payload)と呼びます。この測位ミッションペイロードの概要・構成・機能、および搭載する主要機器について紹介します。

● 測位ミッションペイロードの構成

測位衛星が送信する衛星の軌道情報(衛星自身の位置および速度)は地上システムで推定していますが、その精度をSIS-URE(Signal In Space-User Range Error)と呼びます。追加3機に搭載する測位ミッションペイロードでは、既存の4機でのGPSと相互運用性のある衛星測位信号や測位補強情報の配信機能に加えて、SIS-UREのさらなる向上を目的として、新たに衛星間や衛星/地上間の測距データを取得する機能を備えています。図1にペイロードの構成を示します。

構成としては、測位ペイロード(Navigation Payload: NP)と高精度測距システムペイロード

(Precise Ranging Payload: PRP)に分けられます。

▶①測位ペイロード

測位ペイロードは、測位サービスを提供するためのL帯の衛星測位信号や測位補強情報を生成します。基本的には既存の4機を踏襲していますが、衛星時刻安定度向上のための機器開発など一部改良を行っています。

▶②高精度測距システムペイロード

高精度測距システムペイロードは、追加3機から新規開発しており、後述するように、衛星間測距(軌道推定誤差の低減)や衛星/地上間測距(時刻推定精度の向上)によりユーザの測位精度を向上させるべく、新たに搭載するペイロードです。

①測位ペイロードの主要機能

● 衛星基準クロックの生成

衛星測位では光速約30万km/sで進む電波を用いて衛星/ユーザ間の距離を算出するため、非常に精度が高く安定性を有した衛星時刻を生成・維持する必要があります。これを実現するため、測位ペイロードではルビジウム原子時計(Rubidium Atomic Frequency Standard: RAFS)を原振とする衛星基準クロックという非常に安定性の優れた基準信号を生成しています(測位ペイロードに搭載するRAFSは同等サイズの原子時計と比較して 10^{-13} ~ 10^{-14} と周波数安定度の優れたものを採用)。

衛星基準クロックを生成する一連のシステムをタイム・キーピング・システム(Time Keeping System: TKS)と呼んでいます。図2にTKSによる衛星基準クロック生成の概念図を示します。

RAFSが生成する正弦波信号は、タイム・キーピング・ユニット(Time Keeping Unit: TKU)と呼ぶ機器に入力されます。TKUは、RAFSからの入力信号と、内部に備わる電圧制御型恒温槽付き水晶発振器VCOXO(Voltage Controlled Oven Controlled Crystal Oscillator、一般のものより位相雑音特性のよ