



4機から7機体制へ…  
高精度cm級測位社会を実現する5~7号機の実際

## 準天頂「みちびき」に使われる 人工衛星の標準バス DS2000

二木 康徳, 宮 雅一, 木之田 博, 望月 恭介  
Yasunori Futagi Masakazu Miya Hiroshi Kinoda Kyosuke Mochizuki

2018年11月より4機体制によるサービスを開始している準天頂衛星システムは、2015年1月に閣議決定された宇宙基本計画において、持続測位が可能となる7機体制の確立のために必要な追加3機の開発が明記されました。

2019年に内閣府より三菱電機が、衛星3機のシステムおよびバス・サブシステムと、7号機搭載メッセージ通信ペイロード(MCP)を受注しています。本稿ではこの開発のようすをお伝えします。

### みちびきが4機から7機へ増える意義

#### ● みちびきだけで測位するには4機の受信が必要

現在サービス中の4機体制の準天頂衛星システム<sup>(1)</sup>は、準天頂軌道衛星3機(初号機後継機、2号機、4号機)と静止軌道衛星1機(3号機)から構成されます。

図1(a)に各衛星軌道の地表面上への投影図を示します。日本からは、静止軌道衛星1機と、準天頂軌道衛星が60°以上の高仰角に1機が常に見えることから、高精度かつ安定した位置情報などのサービス提供が終日可能となります。ただし、衛星測位の計算には4機以上からの受信が必要なので、米国GPSなどの衛星も2機以上受信していることが必要です。

#### ● 7機体制になればいつも4機見えて測位できる

2024年7月号のSPECIAL 企画①でとりあげた通り、みちびきは2030年代後半までには11機体制の実現を目指しています。まずは、2026年度からの7機体制に向けて、追加3機を現在開発中<sup>(2)</sup>です。3機は、5号機が準天頂軌道衛星、6号機が静止軌道衛星、7号機が準静止軌道衛星であり、総合システム設計による衛星軌道は図1(b)のように計画されています。

日本からは、静止軌道衛星3機と、60°以上の高仰角にいる準天頂軌道衛星1機の計4機が常に見えることから、米国GPSなどに依存せずとも、準天頂衛星のみによる継続的な測位(持続測位)が可能となり、安全保障能力の維持・強化に貢献します。

5~7号機には、精度・信頼性の向上や抗たん性の強化などの測位技術の高度化を継続的に進める観点から、測位ペイロード(NP)の機能向上と、高精度測距システムペイロード(PRP)の追加が実施されます。

また7号機には、災害対策・国土強靱化にかかわる衛星安否確認サービスを送受信するメッセージ通信ペイロード(MCP)を搭載し、現行3号機に問題が生じた場合はバックアップとして使用できます。

### 人工衛星開発の難しさ

#### ● 他の工業製品にはない人工衛星特有の要求

静止軌道衛星などの人工衛星開発にあたって特有の事項として主に次に示す項目が挙げられます。

▶(1)ロケットにより、所定の静止トランスファ軌道(GTO)まで投入されますが、ロケット打上げ能力から決まる打ち上げ質量(通常4~6トン程度)と、フェアリング(外径4~5m)に収まる設計が必要になります。

▶(2)ロケットによる打ち上げ時に、加速度(約5G=重力加速度の5倍)、振動(局所的に40G程度までの負荷)、音響(オーバーオール143dB、電車のガード下の約100dBに対し100倍以上の音圧)などの厳しい機械環境にさらされ、これらに耐える必要があります。

▶(3)宇宙空間は、絶対零度の高真空環境であり、太陽光照射の有無により、衛星外表面温度は約-200℃~+200℃となります。電子機器取付け面は放熱素子やヒートパイプ、ヒータなどにより温度制御しますが、放熱に確保できる面積や質量・電力の制約から通常-20~+60℃の範囲となり、これに筐体内部の温度分布を考慮した性能達成が必要になります。

▶(4)大気や地磁気による拡散・吸収がないため、電子線、紫外線などの宇宙放射線に直接晒されます。機器内部品の被ばく量は、衛星構体や機器筐体などでシールドを施しても質量に制約があり、100KRad/15年レベルとなり、地上環境に比べ約10万倍の耐性が必要になります。信号の反転や帯放電も引き起こし得るため、対応する設計が必要になります。