

取得衛星について・マルチGNSSのメリット・多チャンネル化によるメリット

GPS

全地球測位システム (GPS) は、米国防総省が開発し管理している無線ナビゲーション規格です。当初は軍事目的で設計されましたが、その後民間用途にも利用されるようになりました。GPS衛星は、L1(1575.42 MHz)とL2(1227.60 MHz)の2つの周波数帯域で信号を送信します。L1帯には、全てのユーザが利用できる標準測位 (SP) コードが含まれており、C/Aコード (シグネチャコードとして使用) とPコードの組み合わせとなっています。L2帯には変調Pコードが含まれ、電離層遅延の計測に使用できます。それにより、高精度測位サービスが利用できる際の精度を高めることができます。昨今の商用GPS信号では、L2信号を利用して、L2帯に必要な機器を使用せずに、電離層遅延を計測することができます。

L1帯	(1575.42MHz): ナビゲーション・メッセージ、C/Aコード、P(Y)コードを送信している。1つ目の民用信号。ブロック2R-MよりMコードを乗せた軍用信号をL1周波数上で送信している。新しいブロック3衛星からL1C(L1より高強度)民用信号を混合して送信することが計画されている。
L2帯	(1227.60MHz): P(Y)コードを送信している。ブロック2R-M衛星より2つ目の民用信号L2C(L2より高強度)を混合して送信している。L2に対してもMコードを乗せて軍用に送信している。
L3帯	(1381.05MHz): 核爆発探知システム (Nuclear Detonation Detection System, NDS) が使用する。
L4帯	(1379.913MHz): 電離圏層の情報を収集して研究に使用中。
L5帯	(1176.45MHz): 2009年に打ち上げられたGPS衛星2R-20Mより試験が開始された。本格的な運用は2010年以降のブロック2F衛星の打ち上げ以降となる。L1/L2に比べて10倍のバンド幅で3dB(2倍)の尖頭電波強度を持ち、10倍の長さの拡散コードを使い信号体系も向上させた民用の3つ目の信号。より高精度の位置測定が可能になる。また人命救助等にも活用される他、航空関係者もこれによってL2よりL5で妨害や障害に対して効果的に対応できる。
L2C帯	L2Cコードはそれ以前から用いられているL2P(Y)コードと比較して送信電力が強化され、さらに軍用のL2P(Y)コードを用いずに2周波を利用することができる利点がある。一般に、このブロックIIIR-M以降の衛星システムを指して、GPS近代化と呼ばれている。

GLONASS

GLONASSは、かつてのソビエト連邦が開発し、現在はロシア宇宙軍の手によってロシア政府のために運用されている衛星測位システムです。GLONASS衛星は、配置が完了した時点では、3つの軌道平面 (Orbital plane) 上に並べられる合計24基の衛星から構成され、それらの内の21基が信号を送信する運用状態に置かれ、残る3基が予備として待機状態に置かれることになっている。

標準精度信号 (SPコード)	全ての衛星が同一の符号を標準精度で送信している。
高精度信号 (HPコード)	高精度でも同じような周波数分割多重で送信している。
航法メッセージ	衛星の軌道情報や健全性情報、補正データなどが含まれる。
搬送波周波数	L1バンド、L2バンド、L3バンド

Galileo

ガリレオはEUによる全地球航法衛星システムの計画である。高度約24000kmの上空に30機の航法衛星を運用することを予定している。民間主体としては初の衛星航法システムです。本格利用開始は2010年頃とされていたが、2013年へと先送りされ、2010年末段階計画では2014年末に18機による初期運用とし2016年末に規定の機数による本格運用に入る計画が進められている。

BeiDou

北斗衛星導航系統 (BeiDou Navigation Satellite System) とは、中華人民共和国が独自に開発を行なっている衛星測位システム (GNSS) である。2012年12月27日にアジア太平洋地域での運用を開始している。最初の北斗システムは公式には北斗衛星航法実験システムと呼ばれ、北斗-1として知られる3機の衛星で構成されており、2000年から中国と周辺国で航法に提供されていた。第二世代のシステムはコンパスまたは北斗-2として知られ、完成時には35機の衛星で構成される全地球測位システムになる予定。

QZSS

準天頂衛星システム (Quasi-Zenith Satellite System, QZSS) は、主に日本地域向けに利用可能とする地域航法衛星システムをいう。宇宙航空研究開発機構 (JAXA) と内閣府の特別の機関の宇宙開発戦略推進事務局が準天頂衛星を用いてシステム構築を目指している。2010年9月11日に技術実証のための準天頂衛星初号機みちびき (QZS-1) が打ち上げられた。2016年4月の宇宙基本計画で、2017年に衛星3機が追加で打ち上げられ、2018年に4機体制でシステムを運用開始し、さらに2020年に初号機の後継1機と2023年に衛星3機を追加して7機体制で運用することが閣議決定された。

日本では高層建築物が立ち並び都市部、平地が少なく山間地が多いため、低仰角の人工衛星から信号を受信することが難しく、準天頂衛星を3機以上用意して、日本の真上を通る軌道から測位信号を送信することで、地上から高仰角で観測できる準天頂衛星を常に1機は見通せることができるようにする。

衛星	初号機 みちびき、みちびき2号機、みちびき3号機、みちびき4号機
範囲	サービス領域は日本を含むアジア・オセアニア全域
周波数	L5、L5S(周波数1176.45MHz)、L2C(周波数1227.60MHz)、L6(周波数1278.75MHz) L1C、L1C/A、L1-SAIF(周波数1575.42MHz)の合計7種類の衛星測位信号の送信が計画されている。

SBAS

航空機などに対して測位衛星の誤差補正情報や不具合情報を提供するSBAS (衛星航法補強システム) 信号を配信するサービスで、SBAS (L1Sb) 信号に対応した受信機で利用することができます。SBAS信号は北米、欧州等でも配信されており、航空機向けのシステムとしてそれぞれの国の航空安全当局から認証され運用されています。航空安全当局が認証していることから高い信頼性が担保されており、かつ国際規格が定められていることから、船舶、自動車などの航空以外での利用も進んでおり、たとえばカーナビでは、多くの機種が「SBAS対応」として販売されています。

日本においては、現在、SBAS信号を国土交通省の運輸多目的衛星 (MTSAT) から配信していますが、2020年頃よりみちびきのSBAS配信サービスを利用して国土交通省が作成したSBAS信号のみちびきの静止軌道衛星から配信する予定です。

OmniSTAR

オランダのFUGRO社が提供する有償の補正情報サービスで、基本的なシステムはSBASとほぼ同じです。方式には2種類あり、1m以内の精度を提供するVBSサービスと、2周波の受信機を使用し位相データと電離層による誤差を排除するHPサービスがあります。ソウル、沖縄、旭川の3つの基準局からのデータを常にモニター、データをオーストラリアのコントロールセンターに送って補正情報を生成しています。

マルチGNSSのメリット

利用可能な衛星数が多ければ多いほど、衛星測位に有利なことは明らかである。衛星数とDOP...衛星数の増加により、DOP (衛星配置による精度指標) の改善や観測可能時間の増加が期待でき、不可能であった場所や時間帯での測量作業が可能となる。衛星の見え方...例としてGLONASSの軌道傾斜角は65°で、GPSの55°よりも高いことから、高緯度地域ほど北方向の衛星数が増えることが期待できる。測位率...上空視界がかなり遮られる環境の場合、GPSだけでは衛星数が不足しRTK解が得られない場所が多いが、衛星を追加することによってRTK測位率が向上する。RTK初期化時間...RTK初期化時間の短縮にも効果が現れます。

多チャンネル化によるメリット

線形結合の選択肢が増えることで電離層解析精度が向上し、長基線解析の精度向上が期待できる。多チャンネル化はアンビギュイティ (整数値バイアス) の決定ルーチンにも大きく寄与し、RTKやキネマティックの初期化時間は大幅に縮減されると考えられる。