

# 世界の測位衛星システムの技術動向と新しい利用市場に関する調査

(一財)日本宇宙フォーラム 事業創造グループ長 小林 功典

## 1. 調査研究のバックグラウンドと目的

米国の GPS に代表される全球測位・航法システムは生活に密着したサービスを提供しており、我々の暮らしにとって不可欠なインフラストラクチャとなっている。例えば、カーナビは多くの車に搭載され、衛星からの測位信号を用いて目的地への行き方を適切に誘導する他、スマホを用いたグーグルマップ等の地図上での自分の位置の確認（パーソナルナビゲーション）、船舶や航空機の安全航行、金融取引における時刻参照など、非常に多くの分野で利用されており、その利用分野も年々増加してきている。

世界においては、先駆けて全球のサービスを開始した米国の GPS の他、ロシアの GLONASS、欧州の GALILEO、中国の北斗（Beidou）、インドの IRNSS/GAGAN といった測位・航法システムが既に構築されており、人々へのサービスが開始されている。また、これらのシステムは、衛星のアップグレード等により、システムの近代化が行われている。我が国においては、2006年3月に「準天頂衛星システム計画の推進に係る基本方針（測位・地理情報システム等推進会議）」が示され、これに基づき、日本版 GPS ともいえる準天頂衛星システムの計画を段階的に推進することとなり、まず第1段階として、1機の準天頂衛星により、GPS 補完・補強に関する技術実証・利用実証を行うことになった。その後、2011年9月の閣議において、「4機体制を整備し、7機体制を目指す」ことが決定され、2013年1月の「宇宙基本計画」においても重要な政策と位置づけられた。そして、2015年1月に策定された新たな「宇宙基本計画」において、「2023年度をめどに持続測位可能な7機体制での運用を開始する」と決定された。準天頂衛星システムは、米国の GPS と互換性を持ち、日本で常に天頂付近に1機の衛星が見えるように、複数の軌道面にそれぞれ配置された衛星を組合せて利用する衛星システムで、これらの軌道は、軌道傾斜角（赤道面からの軌道面の傾き）を持って、地球の自転と同じ周期で地球を周回する。衛星が常に天頂方向にあるため、山やビル等に影響されず全国をほぼ100%カバーし、高精度の衛星測位サービスの提供が可能となるシステムである。既に準天頂衛星1号機である「みちびき」が2010年9月に打ち上げられ、信号の送信を開始している。

このような複数 GNSS を一般ユーザが利用できるようになっている中、各国の衛星測位・航法システムの近代化計画の最新動向を把握し、信号強度、長寿命化、対ジャミング、信号の増加、精度等の近代化システムによる技術的側面について整理する。また、全体として精度の高い位置情報が得られるようになっており、それらの測位情報を用いて新たに広がる新ビジネス等への利活用の広がりについての可能性を調査した。

## 2. 調査内容と方法

### ①文献、WEB 等による調査

「GNSS Market Report 2017」及び「株式会社 ESP 総研調査報告書」を中心に調査を実施し、その他、ICG や内閣府のウェブサイトを用いて情報収集を行った。

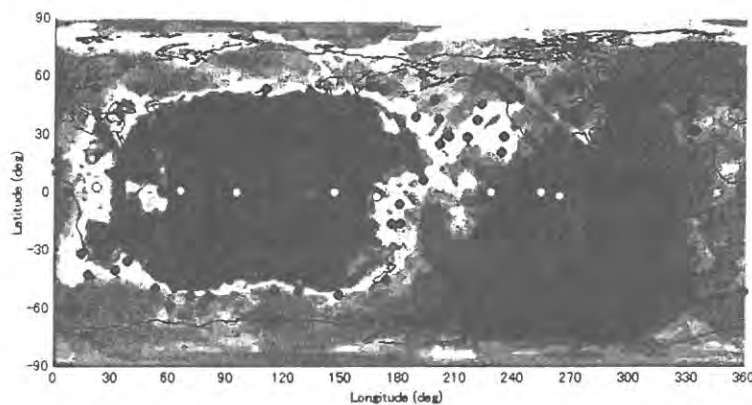
### ②関連国際シンポジウムへの参加による情報収集

2017年9月26～29日にオーストラリア・アデレードで開催された国際カンファレンス「International Aeronautics Congress 2017」、2017年9月25～29日に米国・ポートランドで開催された国際カンファレンス「ION GNSS+ 2017」、2017年10月9～11日にインドネシア・ジャカルタで開催された国際カンファレンス「Multi GNSS Asia 2017」にそれぞれ参加し、最新の世界のGNSS動向について情報収集を行った。

### 3. 調査結果

#### (1) 世界の衛星測位・航法システムの最新動向

世界においては米国、欧州、ロシア、中国を中心に多くの衛星測位・航法システム（GNSS）衛星が打ち上げられており、2020年には以下のような可視衛星数になると予想されている。



○ GPS(32)+ ● Glonass(24)+ ■ Galileo(30)+ ▲ BeiDou(35)+ ◆ QZSS(4)+ ★ IRNSS(7)+ ✕ SBAS(13)



国名	動向概要
米国（GPS）	米国政府は、GPSの近代化と称して、「GPS III シリーズ」への置き換えを目指して、衛星を開発、2018年から順次、打上げの予定。GPS III衛星は、測位制度の向上、ジャミング対策、衛星寿命の長期化、救難救助等が特徴。
ロシア（GLONASS）	2011年に全世界で実用可能に。日本国内で販売されているGPS受信器は、まず、GLONASS対応から拡大されている。
欧州（GALILEO）	民間主体としては初の衛星航法システム。測位にかかる時間が短縮され、GPSの数メートルに比べて1メートルまで精度を向上できる。年間の運用コストはEGNOS（航空機管制用システム）と合わせて8億ユーロ。
中国（BDS）	現在グローバルサービス構築中。今まで打ち上げた衛星を含め合計35機の衛星を打ち上げ、世界中でサービスを提供。

インド (IRNSS)	7機の衛星(IRNSS-1A～IRNSS-1G)と地上局から構成される。7機の衛星がインドの地上局から連続的に見える地域サービスで、インドの国土全体で10m、インド洋を含みインドの周り約2000kmの範囲で20m以上の精度で絶対位置を決定する。
日本 (準天頂衛星システム: QZSS)	2017年6月(準天頂軌道)、8月(静止軌道)、10月(準天頂軌道)と計画通り打ち上がり、2018年4月からの実運用を迎える。今後、2020年に1号機の後継機、更に2023年頃を目処に追加3機を打上げ、7機体制とする。

#### (2) 世界の衛星測位・航法システムの新しい活用事例

GNSS利用の現状のターゲット(用途・適用分野)は、①土木・建築(33%)、②自動車(12%)、③環境・防災(10%)で、50%以上を占めている。新しい活用分野例としては以下の通り。

分野	主な活用事例
公共分野	社会インフラ・構造物モニタリング、トンネル・亀裂の調査、路線測量、など
エネルギー分野	GIS作成、太陽光発電予定地・現況/計画図、スマートグリッド、スマートシティ、など
環境・防災	動物のモーション検出、豪雪地帯での除排雪作業支援、災害ロボット、など
防犯・セキュリティ	緊急・救急通報、民間警備、防衛通信・隊員位置把握、など
自動車分野	自動運転・自律走行、車両緊急通報システム、安全運転支援、ドライブレコーダー、など
航空・船舶	UAV(無人航空機)、自律型小型ボート、など
その他移動体分野	ドローン、無人車両・誘導システム、など
通信・WEBサービス分野	ウェアラブル端末、歩行ナビゲーション、移動した軌跡を残せる地図ソフト、タイムサーバー・時刻同期の障害危険予知、など
サービス業・レクリエーション分野	レジャー向けアプリケーション(位置連動型)、スポーツ選手・運動計測、ドライビングレッスン、など
製造業・物流業分野	産業用ロボット・アームロボット、屋外倉庫管理、など
土木建築・建設業分野	高精度な基準点測量、応用測量、シールド工事・発進側・到達側での基線測量、など
農業分野	スマート農業支援、無人田植機、ロボット芝刈り機、作物収量・品質情報と位置情報の関係、など
その他	IoT・M2M、AI、野外データ収集、など

#### 4. 考察とまとめ

2011年11月～2014年12月の間(一財)衛星測位利用推進センター(SPAC)が推進してきた利用実証実験146件、や、2014年～2017年の間QSS(準天頂衛星システムサービス)社による利用実証実験50件、並びに2011年～2015年の間MGA(Multi-GNSS in Asia)による共同実験24件、合計220件にのぼる多くの実験が実施されてきた。

一方、2018年4月からの準天頂衛星の実運用を迎える今、これらの実験成果がどれだけ実用フェー

ズに移行できるようになっているかの整理がどこにも紹介が無く、主催してきた SPAC、QSS、JAXA (MGA 実行委員会) は明確にすべきである。

同時に、上記 220 年の実験成果のうち、更なる追加資金提供により実用化が可能なテーマがあるものや、新たな有力テーマに対する支援制度も引き続き 2018 年度以降においても整備が急務である。

GNSS で得られる“位置と時刻”情報の利用は無限の可能性を有し、国の安全保障、公共事業、民間企業による商用、研究等から、個人のレジャーまで用途は実に多様である。

我が国においても、準天頂衛星計画が内閣府により精力的に進められ、今年度は特に、追加の 3 機の打上げに成功、2018 年 4 月からの本格運用開始に向けて着々と準備が進められている。

利用面を見ると、MEXT 資金により、SPAC が進めてきた利用実証実験、その後の QSS による利用実証実験、更には、JAXA が中心となってアジア地域における GNSS 利用推進のために立ち上げた MGA を通じた共同実験など、220 件の利用実証実験で多くの成果が上がっていると思いたいところであるが、評価が公表されていない。

一方で、2018 年度から

- ・総務省による「豪州の農業分野における準天頂衛星活用の包括的実証」や、
- ・METI による「準天頂衛星を活用した無人航空機（ドローン）物流実証事業」

が計画されているが、今後予想される多様な利用分野を網羅できる実証・実用実験にはまだまだ、公的資金によるサポートが必要である。

以上