

巻頭論文

# 衛星を利用した測位・通信システムを 取り巻く事業の環境と取組み



小山 浩\*



坂戸美朝\*\*



木元勝一\*\*\*

The Business Environment and Approach for Satellite-based Positioning and Communication System

Hiroshi Koyama, Yoshitomo Sakato, Shoichi Kimoto

要 旨

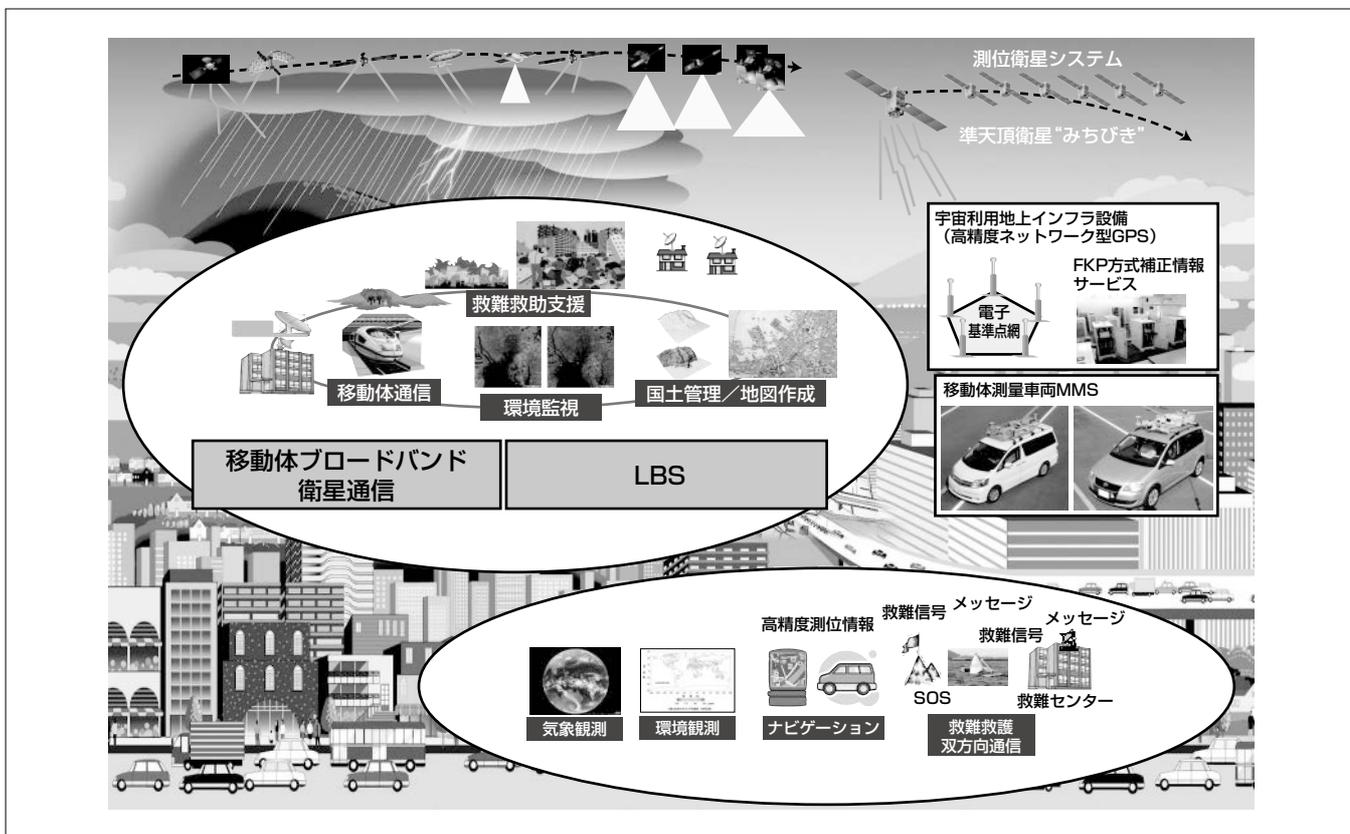
三菱電機では、これまで防衛・宇宙分野で培った技術を核とした事業を展開してきており、その代表的な事業として衛星測位システムを利用したサービス(Location Based Service：LBS)並びに移動体ブロードバンド衛星通信がある。

本稿では、まずはじめにこれら二つの事業のベースとなる衛星測位システム、とりわけ2010年に我が国で初号機打ち上げが予定されている準天頂衛星“みちびき”について述べるとともに、測位衛星システムの高度利用について述べる。次に、LBSのキーテクノロジーとなるFKP(Flaechen Korrektur Parameter)方式という高精度ネットワーク型GPS(Global Positioning System)を利用した移動体測量車両MMS(Mobile Mapping System)、及び衛星の電波が直接届かない場所や屋内でも位置を知りたいという要求に対

応するシームレス測位への発展について述べる。最後に、移動体ブロードバンド衛星通信の進展とその現状、移動体ブロードバンド衛星通信への当社の取組みについて述べる。

当社が取り組んでいるこれらの事業は、社会貢献度の高い公共インフラを司(つかさど)る技術/サービスであり、時々刻々と変化する現代社会の変革に先行し、これらの技術開発を継続することによって社会に対して更に良いもの/サービスを提供していく。宇宙から地上に至る公共インフラがますます人々の生活を豊かにしていく一助として、日本国内のみに限らず、全世界に飛躍的にその利用が広がりつつある種々の衛星システムの更なる活用に対応し、これらのキーテクノロジーを武器に、より一層グローバルに事業を展開し、ユビキタス社会の扉をもっともっと大きく開くとともに新たな価値の創出を継続していく。

特集  
II



## 衛星を利用した測位・通信を取り巻く事業環境とユビキタス社会への架け橋

衛星測位システムを利用したサービス(LBS)並びに移動体ブロードバンド衛星通信についてのイメージを示す。

## 1. ま え が き

当社では、従来、防衛・宇宙分野で、主として国の安全、通信にかかわるシステム、機器の提供を行ってきたが、これらの防衛・宇宙分野で培った高度なセンサ技術や測位・衛星通信技術、統合システムやアプリケーション技術など、最先端の情報通信関連技術を応用することによって、“安心・安全な社会”及び“ユビキタス社会”の実現における新たなニーズにこたえるために、IT宇宙ソリューション事業を展開している。

本稿では、この事業実現のための衛星測位システムと位置情報を中心とした統合的なサービスであるLBS、並びに航空機、船舶、車両等を対象とした移動体ブロードバンド衛星通信の現状とその将来像について述べる。

## 2. 衛星測位システムとその将来像

### 2.1 衛星測位システム

現在、世界各国が自国の測位衛星システム構築にしのぎを削っている。GPSで先行する米国やGLONASS(Global Navigation Satellite System)を持つロシアは、次世代の性能向上に向けたシステム更新を計画し、欧州はGalileo、中国はCompassのシステム整備を急いでいる。これら衛星測位システムからの信号を利用することによって、地球上のあらゆる地点で、現在位置をリアルタイムで計測することができる。GPSを使用した場合、平均的に15m程度の精度での位置決定が可能と言われている。また、航空管制業務への利用等、GPSのみでは位置決定精度が不足する場合、我が国のMTSAT(運輸多目的衛星)、欧州のEGNOS(European Geostationary Navigation Overlay Service)、米国のWAAS(Wide Area Augmentation System)など、衛星による測位補強システムが併用されている。

### 2.2 我が国の衛星測位システム

GPS、GLONASS、Galileo及びCompassは、地球周回軌道に各30機程度の衛星を配備する大規模な全地球的測位システムである。これに対し、我が国では日本国内及び日本近傍における測位精度の安定化、高精度化に目的を特化したリージョナルな測位衛星システム、準天頂衛星システム“みちびき”の開発が進められている。当社はJAXA((独)宇宙航空研究開発機構)からの委託によって衛星システムの開発を担当した。初号機打ち上げは2010年に予定されている。

準天頂衛星は図1に示すとおり、日本上空での滞在時間を長時間確保するとともに、静止衛星と比べ高仰角で衛星が視野に入るよう、比較的大きな軌道傾斜角と超楕円(だえん)の軌道を飛行する。準天頂衛星の日本上空での滞在時間は約8時間であり、準天頂衛星を3機配備することによって、常時日本上空、天頂近傍から測位信号を送出することが可能となる。これによって、静止衛星で問題となる

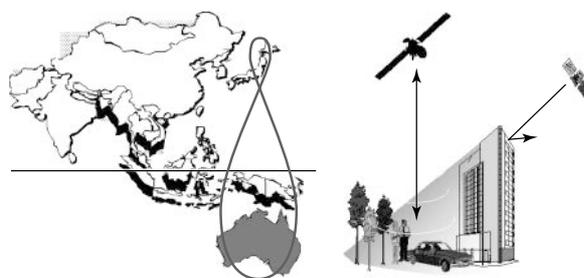


図1. 準天頂衛星システムの軌道と特徴

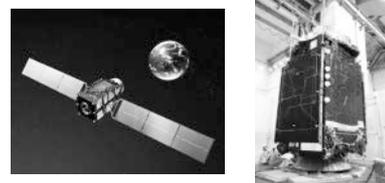


図2. 準天頂衛星システムの外観(JAXA提供)

ビル等による衛星遮蔽(しゃへい)の問題を大きく改善している。

準天頂衛星には当社標準静止衛星システム“DS2000”が活用されている。準天頂衛星システムの外観を図2に示す。

### 2.3 準天頂衛星システムによる高精度測位

準天頂衛星システムはGPSと同一の測位信号を送出する。これによってGPSが常時複数機頭上にあることと等価となり、測位精度の安定化が可能となる(GPS補完)。また、準天頂衛星地上システムによって生成された測位補強情報を衛星から送信することによって、高精度で信頼性の高い測位を実現することができる(GPS補強)。準天頂衛星からはL1-SAIF(Submeter-class Augmentation with Integrity Function)信号及びLEX(L-band EXperimental signal)信号と呼ばれる2種類の測位補強信号が送信される。これらの測位補強信号を活用することによってL1-SAIF信号では1m程度、LEX信号では2~3cm程度の測位精度を得ることができる。この精度は、従来のMTSAT、EGNOS等による測位補強精度を大幅に上回るものであり、高精度な測位情報活用による新たな利用サービスの創出が期待されている。

### 2.4 衛星測位システムの高度利用

Galileo、Compass等の海外測位システムでは、測位情報の新たな利用が進展している。図3に測位衛星システムの今後の高度利用例を示す。図に示すとおり、測位情報を活用した車・鉄道の運行管理、地図の自動作成、農業・施工自動化への適用、航空機管制支援情報の提供に加え、捜索救難サービスとして事故・災害時における緊急信号の受信(緊急信号とともに個人ID、高精度位置情報などを測位衛星システム経由で地上のセンターに伝達)、緊急信号発信者に対するショートメッセージの返信(地上のセンターからのメッセージを測位衛星経由で配信)などのサービス提供が進展しつつある。

我が国の準天頂衛星システムでも、今後の、これらの高

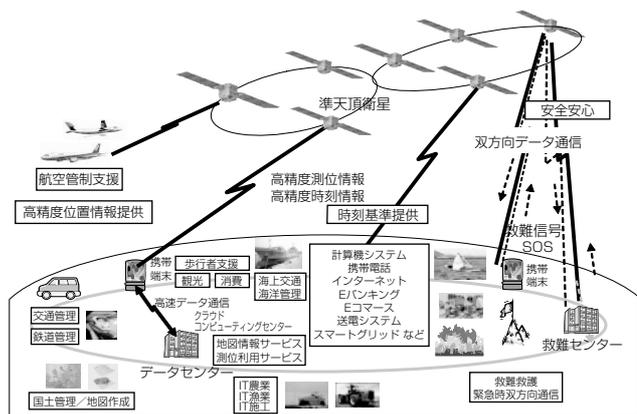


図3. 測位衛星システムの高度利用

度利用サービスの提供可能性が検討されている。また、4機以上の準天頂衛星の整備による、海外の測位システムに依存しない自立型地域測位システムの構築も検討されている。準天頂衛星の利用可能範囲は国内に限定されない。国境を越え、アジア・オセアニアに対してサービスを提供することが可能である。日本固有のサービスの追加、利用サービスの機能増強などによって、より社会貢献度の高い公共インフラとして広範な活用が期待される。

### 3. LBS

#### 3.1 測位システムの発展

当社では1998年からGPSによる高精度測位の開発に着手し、以来ネットワーク技術の普及という環境変化にも助けられながら、測位の更なる高度化を進めてきた。開発における重点は、①地球上の位置は数cmの精度、②だれでも手軽にできる、③短時間でできる(リアルタイム)、④三次元で測位できる、⑤移動体での測位も可能という点である。それらに対する現時点での回答が、FKP方式という高精度ネットワーク型GPSであり、MMSという移動測量車両である。

衛星測位では対流圏の影響や電離層の影響などによって測位に誤差が生じてしまう。これを補正するために、当社では国土地理院が全国に配置したGPS電子基準点をネットワーク化し、常時GPSを補正するためのデータを生成してきた(現在は株ジェノバに移管)。この補正方式を利用することによって、広範囲で高精度な衛星測位を可能とした。

一方、MMSはFKPによる高精度測位に加え、慣性航法を融合させることによって、車両の位置・姿勢を正確に計算し、車両に搭載したレーザスキャナやカメラなどのセンサ情報と位置情報を組み合わせることを可能にした走行型三次元空間計測装置である。

MMSの登場によって、これまでにない密度での三次元空間情報が取得できるようになった。図4の計測では、1秒当たり最大27,000点の三次元座標付点群が取得できている。

特筆すべきは、図4に示したこれだけ高密度な三次元点

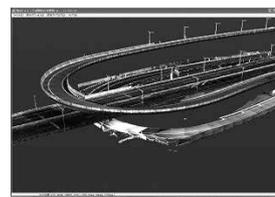


図4. MMSによる海ほたるの計測

群が、走行半日、後処理一日という短時間で計算できるといって高効率計測を可能にしている点である。

地理空間情報活用推進基本法は、地理空間の点群を計測することが目的ではない。これらの空間情報を活用し、維持・管理・又は計画に利用することによって、安心・安全・便利な生活空間を創出することである。

三次元点群をCAD(Computer Aided Design)やGIS(Geographic Information System)、3Dモデルに利用するソフトウェアを徐々に整備しているものの、維持・管理や計画立案など本当の意味で三次元点群の有効活用はまだこれからという段階である。また、MMSに地中レーダやハイビジョンカメラなど、その他センサを組み合わせた車両の開発も進めている。目に見える三次元空間のみではなく、別の探査センサ情報を組み合わせて三次元化し、空間情報と合わせて可視化することで、更に有用性が高まることが期待される。

将来的には取得したデータにマンホールや電柱といった属性を付与し、更にそれらをオブジェクトとして三次元モデル化することによって、データ量を大幅に軽減できると同時にパソコンで容易にデータを扱えるばかりでなく、カーナビゲーションへの利用促進につながると考えている。

今後アメリカのGPS、ロシアのGLONASS、欧州連合のGalileoに加え、準天頂衛星(Quasi-Zenith Satellite System: QZSS)、中国の北斗(Beidou/Compass)などが活用できるようになる。上空に常に10個以上の測位衛星が見えることになり、都会のビルの谷間や狭隘(きょうあい)な山間部でも、時間帯の制限なくどこでもリアルタイムに高精度測位が可能となってくるだろう。そのときに要求される精度はカーナビゲーションや携帯電話ではm~cm精度であろうし、地形計測ではmm精度であろう。このような測位衛星を有効に利用する技術と測位結果を生かすための技術を準備して時代の到来を待ちたい。

#### 3.2 シームレス測位への発展

今や衛星が見える場所では、リアルタイムに位置を知ることができる。しかしながら、衛星の電波が直接届かない場所や屋内でも位置を知りたいという要求があり、対応する技術の一つとして、急な崖(がけ)や地下などの構造物を数mm精度かつリアルタイムに計測可能な電波位相差変位計測システムを開発している。

計測対象エリアに設置した発信機からの電波を複数地点で受信し、その位相のずれから発信機の位置変動を検出す



図5. 航空機搭載アンテナ

るものである。天候や時間に左右されず、モニタリングが可能ということで、現在フィールドで実証実験を行っている。

また、シームレス測位に適用できる技術として、屋内でも位置検出可能なRFID(Radio Frequency IDentification)を開発している。一つの技術ですべてをカバーすることはできないが、センサ技術の組み合わせで、より効率的により利用価値の高い三次元情報を計測できるよう今後も開発を続けていく。

#### 4. 移動体ブロードバンド衛星通信とその将来像

##### 4.1 移動体ブロードバンド衛星通信の進展とその現状

海域、空域を含めたグローバルな移動体衛星通信は、Lバンド又はSバンド周波数によるインマルサット、イリジウム等で提供されていたが、伝送帯域の制約もあり、1Mbpsを超えるブロードバンド通信は実現されていない。

一方、2003年の世界無線通信会議“WRC-03”で航空機、船舶への移動体衛星通信にKuバンド利用が認められ、2004年にはコネクションバイポーイングなる民間航空機向けブロードバンドサービスがポーイング社によって開始された。また2005年には、広大な太平洋をカバーするKuバンド衛星(GE-Satellite社のGE-23)も打ち上げられ、太平洋でも1Mbpsを超える移動体ブロードバンド衛星通信サービスが実現された。

この新サービスは、図5に示す当社が開発・実用化した航空機搭載のKuバンド小口径のアンテナと、海域をもカバーする大型の通信衛星とともに実現したもので、ポーイング社では同じ衛星通信インフラを利用した船舶向けブロードバンドサービスもアナウンスしたが、残念ながら、2006年に経済性の面からそのサービスを停止した。

しかし、コネクションバイポーイングを契機に、グローバルなKuバンドの衛星通信インフラが整備され、そのインフラとその後も整備される新たなインフラも利用した、種々の航空機や船舶向けのグローバルサービスが複数の事業者によって展開されている。その一例として、民間商船向けブロードバンドサービスである古野電気(株)のSafeComNet<sup>(注1)</sup>及びスカパーJSAT(株)のOceanBB<sup>(注2)</sup>のサービスカバレッジを図6及び図7に示す。

また、2009年10月には、独ルフトハンザ航空から、機内インターネットサービスを2010年中ごろから再開するとア

(注1) SafeComNetは、古野電気(株)が商標登録出願中である。

(注2) OceanBBは、スカパーJSAT(株)の登録商標である。

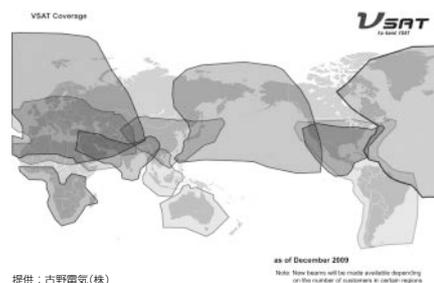


図6. 古野電気 SafeComNetのサービスカバレッジ

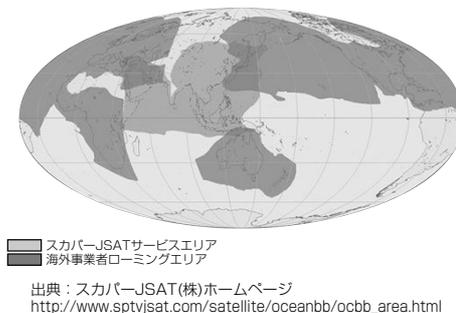


図7. スカパーJSAT OceanBBのサービスカバレッジ



図8. 船舶搭載用アンテナ

ナウンスされ、現在準備中である。

##### 4.2 移動体ブロードバンド衛星通信への取組み

当社では、コネクションバイポーイング向けアンテナの開発を契機に、船舶、ヘリコプター、小型車両用途の種々の自動追尾Kuバンドアンテナの開発・実用化に取り組んでおり、様々な移動体ブロードバンド衛星通信ニーズに対応している。図8に船舶用自動追尾アンテナを示す。

また、グローバルなKuバンド衛星通信サービスでは、そのサービス地域に対応し、衛星とそのビームを切り替えながら運用することになり、この衛星・ビーム切替えには測位衛星による自己位置情報を活用し、确实・効率的な自動衛星追尾を実現している。

#### 5. む す び

当社で展開しているIT宇宙ソリューション事業実現のための衛星測位システムと、位置情報を中心とした統合的なサービスであるLBS並びに航空機、船舶、車両等を対象とした移動体ブロードバンド衛星通信の現状とその将来像について述べた。

これらの事業を更に高度に発展させ、“安心・安全な社会”及び“ユビキタス社会”の実現にこたえていきたい。