

準天頂衛星対応高精度測位端末“AQLOC”

萩藤裕一*

High-precision Positioning Receiver "AQLOC" for Quasi-zenith Satellite

Yuichi Hagito

要旨

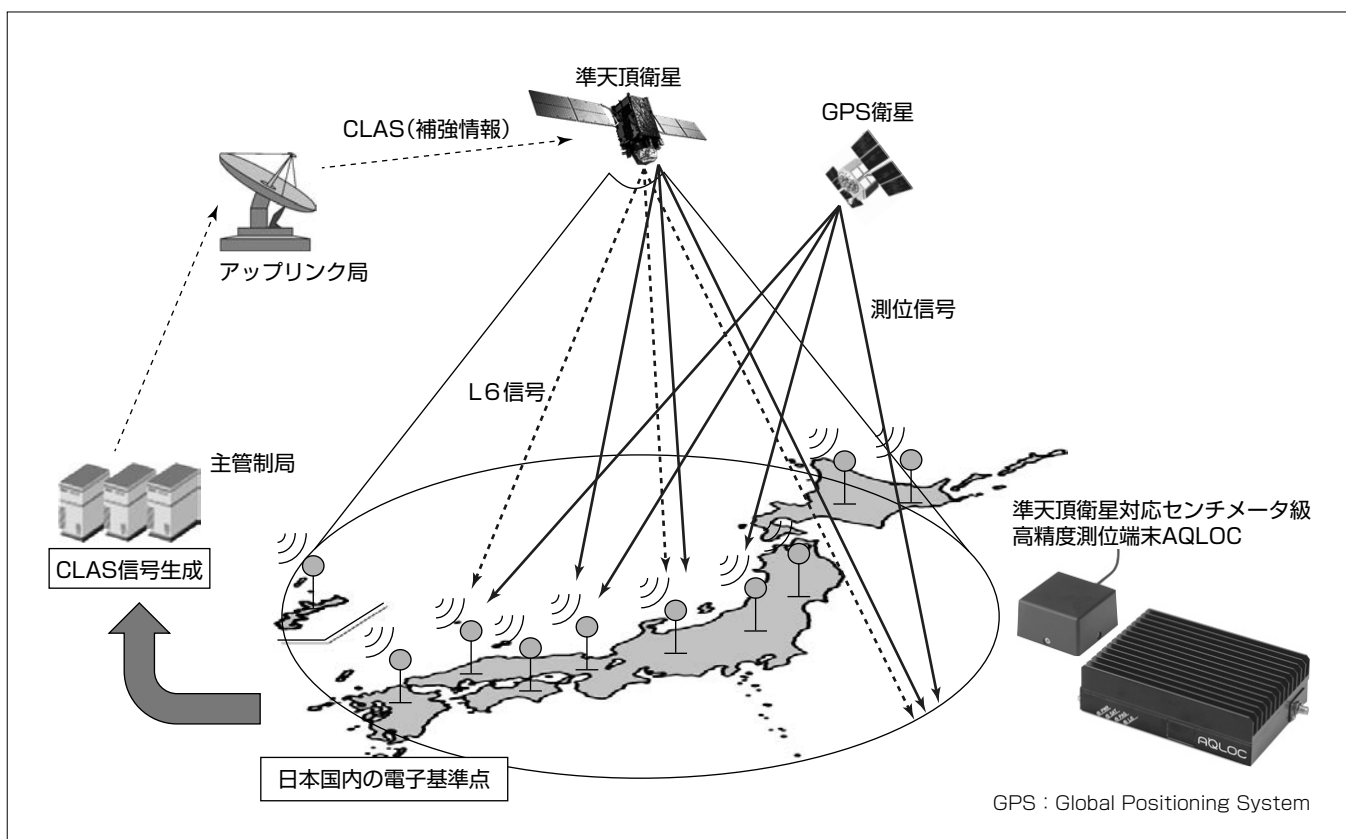
準天頂衛星システム(QZSS)の2018年のサービス開始に向けて、特に準天頂衛星のセンチメートル級測位補強サービス(Centimeter Level Augmentation Service: CLAS)に対応した、センチメートル級高精度測位端末“AQLOC”を開発した。

CLASは、日本全国約300点の電子基準点で受信した各測位衛星からの測位信号を用いて、各種測距誤差を推定し、センチメートル級の補強情報を生成する。生成した補強情報を情報圧縮技術によって1/1,000にデータ圧縮することで、準天頂衛星の衛星回線(L6信号)で日本全国で利用可能な補強情報の配信サービスを可能にしている⁽¹⁾。

従来、三菱電機は準天頂衛星システムのCLASの効果検

証及びアプリケーションの開拓・開発に用いるための実証実験用端末を販売してきた。この実証実験用端末では、アンテナや測位信号を受信する測位受信機は海外メーカーからの購入品を使用していたが、今回開発したAQLOCではアンテナ及び測位端末全体を国産化・内製化し、小型化を実現した。

これまでCLASのアプリケーション創出のための取組みとして、GNSS(Global Navigation Satellite System)測量、IT農業、IT施工、自動車の自動運転・安全運転支援等の実証実験を行ってきた⁽²⁾。より小型化したAQLOCを用いて実証実験段階から実用化に向けた取組みを展開するとともに、海外展開も含めた市場拡大を推進する。



CLAS及び高精度測位端末“AQLOC”

CLASは日本全国約300点の電子基準点で受信した各測位衛星からの測位信号を用いて、各種測距誤差成分(軌道、時計、信号バイアス、電離層遅延、対流圏遅延)を推定してセンチメートル級の補強情報を生成し、データ圧縮後衛星経由で配信する(L6信号)。高精度測位端末AQLOCは各衛星の測位信号に対してL6信号を用いた補正を行うセンチメートル級の高精度測位を実現する。

1. ま え が き

2018年度から準天頂衛星システム(QZSS)の実用サービスが開始される。準天頂衛星システムのサービスの特長としては、米国のGPSと互換性を持つ測位信号を送信し、測位に使用できる衛星数を増やす効果のある衛星測位サービスと、測位の性能向上のための補強情報を配信する測位補強サービスがある。測位補強サービスとして、当社が開発するCLASを用いたアプリケーションの実用化及び高精度測位市場の拡大を狙い、CLASに対応したセンチメートル級の高精度測位端末AQLOCを開発した。

AQLOCシリーズは2005年にサブメートル級測位端末として開発し、インフラの発展に対応してセンチメートル級に発展させたものであり、本稿では、この開発の内容について述べる。

2. 高精度測位端末AQLOC

2.1 サブメートル級測位端末

AQLOCは、“Accuracy Location”から命名した測位端末の製品名であり、2005年に移動体向けサブメートル級測位端末として販売開始した。インターネット経由又は私設電子基準点から無線LAN等で補強情報を受信し、サブメートル級(約1mの精度)を実現する独自の1周波DGPS(Differential GPS)アルゴリズムを搭載している。また、車速パルス及びIMU(Inertial Measurement Unit)を組み合わせたDGPS-INS(Inertial Navigation System)複合測位アルゴリズムを開発し、衛星からの信号が受信できない領域での自律測位に対応した。これによって空港内の車両位置管理システムなどの衛星測位環境のよいところだけではなく、工場敷地内などの衛星が捕捉しづらい部分があるようなところでも活用されている。

図1にサブメートル級測位端末の構成を示す。1周波アンテナ及び1周波測位受信機は市販品を採用している。

2.2 準天頂衛星向け実証実験用端末

準天頂衛星初号機が2010年に打ち上げられ、準天頂衛星を用いたセンチメートル級の高精度測位の実証検証が様々な分野で行われるようになり、実用化に向けた検討が立ち上がってきた。センチメートル級の高精度測位利用促進及び市場拡大のため、センチメートル級の高精度測位に対応した端末の需要が高まり、サブメートル級測位端末であったAQLOCをセンチメートル級の高精度測位端末へと発展させた実証実験用端末を開発した。図2に実証実験用端末の外観及び構成を示す。

準天頂衛星からのセンチメートル級測位補強信号(L6信号)を受信するためのL6受信機を開発し、センチメートル級の高精度測位で用いる多周波の測位信号の受信については、海外メーカーの市販4周波アンテナ及び2周波測位受信機

を採用し、当社独自のセンチメートル級測位アルゴリズムを搭載することで、L6信号を用いたセンチメートル級の高精度測位を実現した。センチメートル級測位アルゴリズムは、

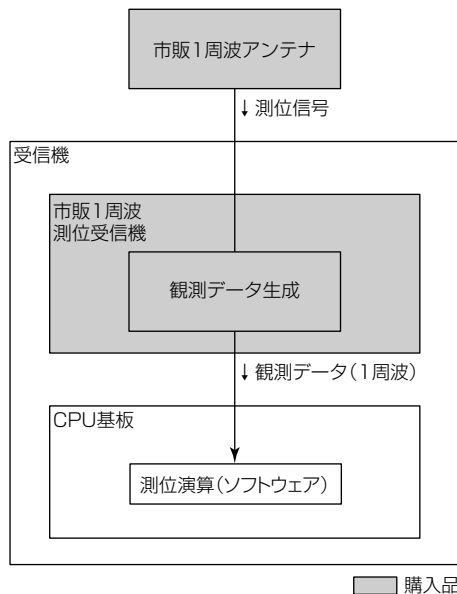
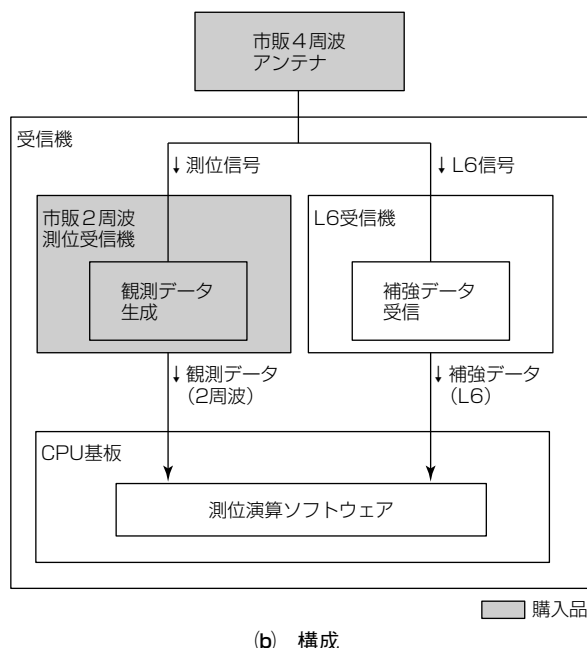
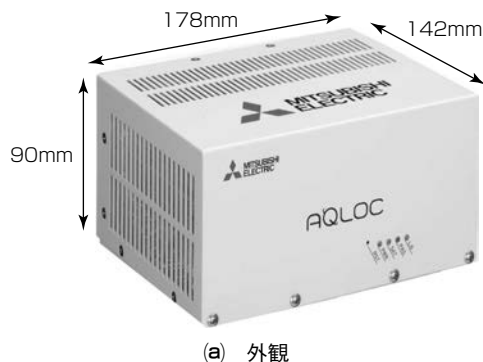


図1. サブメートル級測位端末の構成



(b) 構成

図2. 実証実験用端末

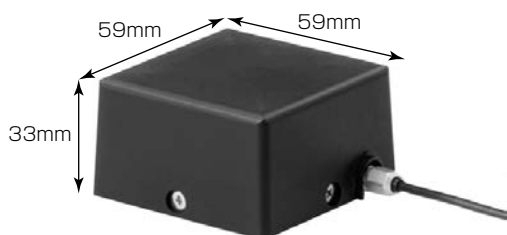
衛星測位(PPP(Precise Point Positioning)-RTK(Real Time Kinematic))と、INS複合(PPP-RTK-INS複合)があり、これらは従来道路測量と高精度地図作成に用いられているMMS(Mobile Mapping System)の後処理ソフトウェアに採用してきたアルゴリズムを進展させ、リアルタイム化したものである。

2.3 センチメートル級高精度測位端末

実証実験用端末はあくまで技術実証やアプリケーション検討のための実験用の端末であり、実用化を想定するにはより小型軽量で安価な端末が必要となる。

表1. 受信対象信号

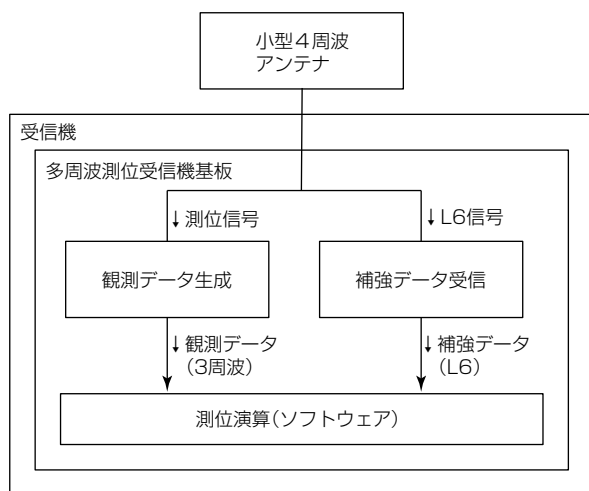
対象システム：信号名称	周波数(MHz)	備考
GPS/QZS：L5, Galileo：E5	1176.45	測位信号
GPS/QZS：L2	1227.60	測位信号
QZS：L6	1278.50	L6信号
GPS/QZS：L1, Galileo：E1	1575.42	測位信号



(a) 小型4周波アンテナ



(b) 多周波測位受信機



(c) 構成

図3. センチメートル級高精度測位端末

2.3.1 小型4周波アンテナ

主に測量分野で用いられているセンチメートル級の高精度測位に対応した多周波アンテナは直径20cm程度のもので一般的に使用されているが、高精度測位を様々な分野で用いられるようにするには様々な機器への取付け可能なサイズであることが求められるため、適用可能な機器・システム・アプリケーションの拡大を狙い、小型4周波アンテナの開発を実施した。受信対象とするシステム信号名称及び周波数を表1に示す。

アンテナはより小型であることに加え、干渉対策が必要となる。具体的には、L1の近傍となる1.5GHz帯に携帯電話LTE(Long Term Evolution)のBand21が割り当てられており、携帯電話基地局の近傍でL1が受信不能になるという事例が報告されている。そのため、このアンテナではLTEのBand21に対する耐性を考慮したフィルタ構成にしている。

小型4周波アンテナの外観を図3(a)に示す。市販海外メーカーアンテナに対して小型化・低価格化を実現した。

2.3.2 多周波測位受信機

実証実験用端末では、市販2周波測位受信機と開発したL6受信機の2枚構成となっていたが、小型化・低価格化を図るため、一体化したセンチメートル級高精度測位対応の多周波測位受信機を開発した。

多周波測位受信機の外観を図3(b)に、構成を図3(c)に示す。測位信号とL6信号を1枚のPCA(Printed Circuit Assembly)で受信・測位演算を行うことができ、衛星からの信号だけでセンチメートル級の高精度測位を実現している。

3. AQLOCの利活用

開発した高精度測位端末AQLOCを用いた実証実験、提案活動を展開している。CLASによるセンチメートル級高精度測位の効果を図4に示す。

測位補強がない場合の衛星測位結果は、数m~10m程度の誤差を持つのに対し、CLASによる測位補強があればセンチメートル級の高精度が得られる。この高精度な位置情報の活用先として移動体を中心に検討が進められており、それらの事例について述べる。

3.1 自動車分野

現在、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(cross-ministerial Strategic Innovation promotion Program : SIP)では、“自動走行システム”として、官民挙げた取り組みが行われている。この自動走行の分野では、自動走行のためのレーン単位の高精度地図(ダイナミックマップ)の製作が進められており、地図の高精度化と、それに伴う車両位置情報の高精度化が注目されている。CLASの活用によって高精度な地図と自動車の高精度な位置情報が得られるようになり、自動走行の実現に貢献する

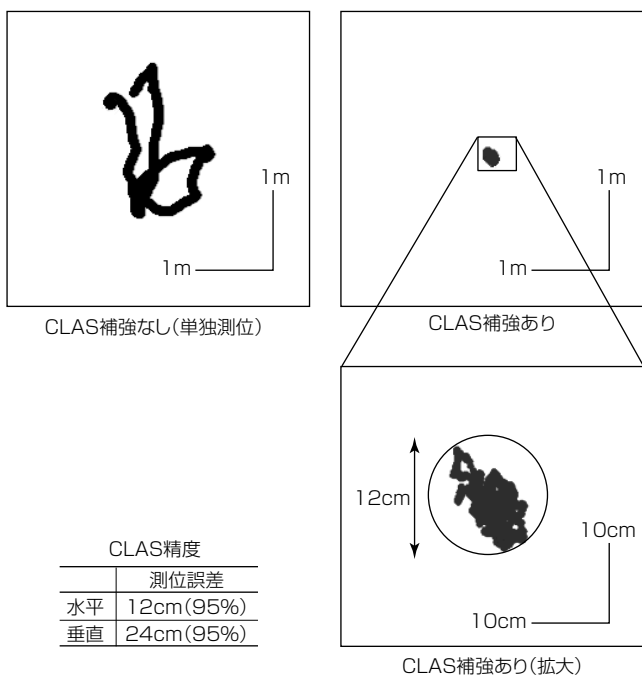


図4. センチメートル級高精度測位の効果

ことが期待される。自動走行の前段階としては、カーナビゲーションでの道路単位でのナビゲーションからレーン単位でのナビゲーションに高度化することが予想される。

高精度地図のデータ取得を行うMMSでは高精度測位技術が活用されている。これまでMMSでは後処理で高精度測位を実施していたが、準天頂衛星のCLAS活用によって計測しながら高精度な位置情報を取得することが可能になる。後処理を実施しなければ正しく計測が行われていたか判断できなかったものを、現場で確認することができるようになり、計測の効率化が期待されている。

3.2 IT農業とIT施工

高精度な位置情報の活用として、IT農業やIT施工では高精度測位技術が利用されている。これまでは、私設電子基準点やインターネット経由での地上回線による補強情報

が用いられてきた。しかし、これらの利用にはインフラ設備やランニングコストが必要となることから、衛星からの信号だけで高精度測位が可能となるCLASに対する期待は大きく、今後の普及・発展が見込まれる。農機の自動走行や道路上の除排雪システムでの活用など自動車の自動走行と同様な利用方法、でき形管理など高精度測位の活用シーンが増加していくものと考えられる。

3.3 測 量

測量の分野ではGNSS測量として、衛星測位を用いた測量が行われている。後処理による解析や地上回線によって補強情報を取得した高精度測位が利用されており、CLASによって衛星からの信号だけで高精度測位が利用可能となることで利便性の向上と更なる普及が期待される。

4. む す び

2018年度から実用サービス開始となる準天頂衛星システムのセンチメートル級測位補強サービスに対応した高精度測位端末AQLOCを開発した。アンテナも小型化によって搭載性が向上し、高精度測位の活用シーンの拡大に貢献することが期待される。また、測位端末としては国内だけでなく海外でも幅広く活用可能であることが求められる。準天頂衛星システムのセンチメートル級測位補強信号と互換性のある海外のサービスプロバイダとの連携など高精度測位端末AQLOCを用いる機器・システム・アプリケーションをグローバルに展開できるよう発展させていく。

参 考 文 献

- (1) 廣川 類, ほか: 準天頂衛星システムセンチメートル級測位補強サービス, 三菱電機技報, 91, No.2, 101~104 (2017)
- (2) 廣川 類, ほか: 準天頂衛星システム利活用の構想及び実証成果, 三菱電機技報, 91, No.2, 105~107 (2017)