

光電GPS受信機開発の歴史

(株)光電製作所 開発部課長役

小林 研一 (現ポジション(株)商品部部長)

1.はじめに

当社のGPS開発史は、1986年にさかのぼる。現在、GPS関連機器は、マリン部門の、主力製品の地位を確保するまでに至った。

新航法プロジェクトが、1986年に発足して以来、数々の苦難に満ちた、しかし喜びのある道を、私を始め担当技術者は歩んできた。今思い起こすと、懐かしさもあり、また過酷な決断に迫られることも、少なくなかったと思う。

当社で初めてのGPS航法装置が市場に発表されて、丸5年の歳月が過ぎようとしている。5年以上も前の話になると、記憶が薄れて、明瞭に思い出せないこともあるが、この機会にGPSの歴史と当社の、GPS受信機の開発について、振り返ってみたい。

2.GPSの歴史

現在、GPSは、カー・ナビゲーションの分野にまで浸透し、お茶の間に入り込んで話題となり、GPSの名を聞いたことのある若者は、少なくない状況となった。

元来GPSは、冷戦時に米国が戦略上に優位性を確保するために、開発された衛星航法システムであり、その計画は1970年代の初頭に立案された。GPSの以前には、NNSS(Navy Navigation Satellite System)という衛星航法システムが存在していたが、この方式では、全世界での使用は可能であるが、欠点もまだあった。

それは主に、米海軍の名が示すように、船舶のような一定でゆっくりした速度で航行する移動体でないと、測位精度が保てないことであった。なぜならば、ユーザ側の受信機では、衛星電波のドップラ周波数を、一定時間積算する必要がある。このため、航空機での使用はむずかしく、米空軍機は、従来から使用してきたロランCやオメガ航法に代わる、新しい航法システムの開発計画に着手した。

最終的には、海軍と陸軍も空軍のシステムに統合されて、Navstar GPS(NAVigation System with Time And Ranging Global Positioning System)となり、現在では単に、GPSと呼ばれるに至った。

従来の航法では、ロング・レンジにするために、地上局が出す電波の周波数を低くしなければならず、しかも、水平に伝搬する電波の利用なので、電離層での反射や、気象状況、それに地形や海上での異なる伝搬速度など、種々の影響を受けて、正確な測位精度が得られず、地域ごとに補正して使用せざるを得なかった。

これが、従来のロランA・オメガ・ロランCと発展してきた電波航法システムの現状であった。

GPSは、これらの欠点を本質的に含まず、それがそ

のまま利点となり、高精度が得られる新機軸の航法装置として脚光を浴びた。

当時のソビエトも、西側、特に米国と対抗するうえで、いわばソビエト版GPS、GRONASSの開発に着手してきたが、基本的には、GPSと似ている。しかしその性能は、ロシアの現状からも分かるように、電子デバイスが進んでいる西側のそれとは、比較にならない。

GRONASS衛星の寿命(平均運行時間)は、米国の7.5年、実際には10年が実証されているのに対し、3.5年といわれている。そのため、冷戦後のロシアは、西側に協力を求めてきている。

GPS衛星の放送電波は、L1と呼ばれる周波数1,575.42MHzと、L2の1,227.6MHzの2周波である。2周波使用の優位性は、先のNNSSと同様、電離層の伝搬遅延が周波数に依存する性質を利用して、電離層による遅延を測定時点で測定できる点にある。またこの放送波には、スペクトラム拡散方式が採用され、現用21個とアクティブ・スペア3個の全衛星24個には、固有の擬似ランダム・コードが割り付けられ、同一周波数で放送している。このコードには、民間に開放されているC/Aコード(L1周波数)と、軍用のPコード(L1,L2周波数)がある。

C/Aコードの繰り返し周期が1msに対し、Pコードのそれは1週間と長い。このため、軍用受信機では、コードを捕捉するのに、正確な時計を持つ代わりに、周期の短いC/Aコードをランダムに捕捉して時刻情報を得た後、Pコードの捕捉に移るシステムになっている。

GPS開発当初の1970年代では、現在のようなエレクトロニクスの急進が見られる前でもあり、測位精度は、Pコードで15m rms、C/Aコードで、100~500m rms程度とされていた。

しかし、80年代に入り、民間用受信機の分野では、各社の開発が急速に進み、C/Aコードでも15~30m rmsと発表され始めた。

表1 KGP-900の主要性能

| | | |
|----------|------------------------|--|
| 測位精度 | 30mRMS (P DOP 3C/Aコード) | |
| 速度精度 | 0.2kn (P DOP 3C/Aコード) | |
| 受信周波数 | 1,575.42MHz ± 1MHz | |
| 受信感度 | -130dBm以下 | |
| 受信処理方式 | デジタル5チャンネル パラレル方式 | |
| 表示方式 | 大型LCD表示 (バックライト付き) | |
| 受信アンテナ | マイクロストリップ型指向性 | |
| 表示 | 位置表示 | 緯度経度 |
| | 航法表示 | 速度、針路、目的地方位、距離、所有時間、アンテナ高さ、平均速度、平均方位、経路時間、コースずれ |
| 補報 | その他 | 日付、時刻(年、月、日、時、分、秒) |
| | | 衛星の受信可能時間と衛星数 |
| 登録 | 一時登録 | 20地点の現在地 |
| | 保存登録 | 100地点の任意位置 |
| 信号フォーマット | ルート登録 | 10ルート、各ルートは10地点登録可 |
| | | 入力 KODE-717、NMEA-0183 出力 KODE-717、NMEA-0182、NMEA-0183 |
| 電源 | 11~40VDC | |
| 消費電力 | 約15W (24VDC時) | |
| 使用温度範囲 | 受信表示器 | 0 ~ 50 |
| | 受信アンテナ | -10 ~ -60 |

そのため、米国防総省(DoD)は、軍用受信機では戦略上の優位性が保てないことを知り、研究段階で使用していたブロックI型衛星に替えて、故意に精度を劣化させるシステムS.A.(Selective Availability: 選択利用性による測位精度の劣化)をブロックI型衛星に装備した。

これには、C/AコードのS.A.と、軍用Pコードの解読を防止するA.S.(Anti.Spoof: PコードをWコードで攪乱したYコード)も含まれている。蛇足だが、A.S.は、当初Pコードが解読された場合、秘密性が保てないおそれもあり、そのための予防処置である。現に、Pコードは解読されている。これは、有事の備えであるA.S.のために、民間では、Pコードだけの受信機開発を、断念させられることになる。

また一方、C/Aコードは、S.A.をかけることで、DoD発表の水平測位精度が100m 2drms(注、参照)、高さの精度が156m 2drmsとなる。

注)2drmsとは、真値を中心に、95%の確率球の半径を意味する。特に、水平測位精度の100mは、H DOPが約1.5のときであり、一般には、H DOPが3までを考えると、精度は、倍の200mになり得る。

H DOPとは、Horizontal Dilution of Precisionの略で、日本語では定まった訳語はないが、水平測位精度の劣化係数を意味する。

すなわち、DOPが良い(小さい)条件とは、GPS衛星がユーザ位置から見て、できるだけ散らばって存在する状態であり、DOPは、衛星の散らばり具合を示す指数と考えられる。GPSでは、3、4個の衛星電波を計測して位置を測定するため、精度に関するこのDOPの状態が重要である。

S.A.は、測位精度劣化の手段として、故意に衛星位置の転送データを惑わす他に、放送波のクロックを振れさすので、測位精度ばかりでなく、速度精度も2、3倍劣化させられることになる。

そのため、米国では、民間のGPSメーカーからDoDに、強いクレームが出された。しかし、DoDは、民間に無料で10年間の使用を許可する代わりにS.A.解除を行わない、と発表している。

100mの測位精度では、10~20m以下の精度が要求される港湾などでの利用には、無理がある。そこで、米国政府は、ディファレンシャルGPSで精度10m以下が得られる測位システムの運用を、USCG(米国沿岸警備隊)管理下で開始した。

このシステムでは、無線航路標識である方向探知用ビーコン局のビーコン波で、基準局が測定した誤差を放送し、それをユーザ側で受信して、GPSの誤差を取り除き、精度の向上を図ることになる。

一般に、カバー・レンジは、基準局から100マイル程度が有効範囲である。米国は、沿岸すべてをカバーする目的で、1996年から、全面運行開始の計画をたて

ている。また一方、ヨーロッパでも、同様方式の計画があり、1993年末現在、北ヨーロッパを中心に、試験放送が始まっている。

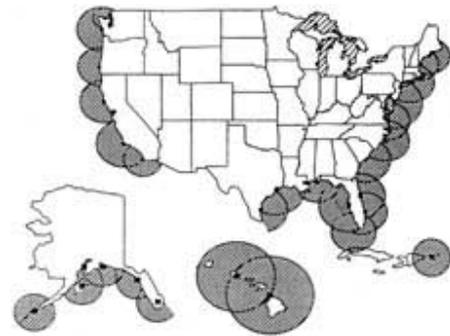


図1 米国におけるDGPSのカバレッジ予定

3.GPS受信機の開発

当社では、1986年以前にもGPSを調整し、研究していたが、本格的な商品開発をスタートさせたのは、この年であった。

当初DoDは、GPS衛星をスペース・シャトルで打ち上げる計画であったが、その年の1月にチャレンジャー号が爆発し、打ち上げに失敗して以来、いく度となくシャトルやデルタ型ロケットの打ち上げが延期された。このため、80年代後半にGPSの、システムとしての完成計画が、大幅に遅れることになってしまった。

ちなみに爆発したチャレンジャー号には、2個のGPS衛星が積み込まれていたとのことである。この頃、GPSに関係する文献のほとんどは、米国のものであり、システムの概要や方式を理解するために、英語を苦手とする私にとっては、苦勞の連続であった。

この年の6月、米国のION(航海学会)主催のGPS講習会があり、1週間ワシントンDCに出張したことがある。毎日8時半から5時まで、机に向かって講義を聴くのは大変な苦痛であった。何しろ、GPSが分からないから来たのだが、それが分からないのは元より、講義が英語では、講師の説明も分からず、OHPを見ているのが精一杯の状態であった。そればかりか、さらに午後になると、睡魔が襲ってくる。この講習が5日間続くのである。また、受講の際に入手できる資料が、唯一の頼りなので、欠席することもできない。

私的なことはさて置き、この頃には、民間用GPS受信機が発売され始めていた。当時の価格で2百万円以上が相場であった。また当時、GPS受信機というと、軍用では5チャンネル型、民間用では、1ないし2チャンネル型が主流であった。

GPS測位では、高さを既知とした2次元測位の場合、最低3衛星の受信が必要となり、位置と高さを求める3次元の場合、4衛星の受信が必要となる。しかし、民間用受信機では、小形、軽量、安価を追求するため、受信チャンネル数は、一つが主流であった。このような受信機では、一度に受信できる衛星は1個で、順次衛

星を切り換えて、最大4個が受信できるシーケンシャル方式となっていた。

当時はまだ、現在(1993年11月現在、26個)のように、多くの衛星が打ち上げられておらず、ブロックI型の衛星が七つ程度の状態であったが、それでも、マリン分野では、GPSが利用され始めた。しかし、このような受信機には、測位の迅速性などで重大な欠点が残されていた。

GPS受信機では、ユーザ位置を計算するために、3ないし4個の、衛星からの擬似距離と、各衛星が電波を発射した時点の位置が必要である。

そのため、GPS衛星は、擬似距離計測の元となる衛星固有の擬似ランダム・コードのほかに、自衛星の正確な軌道データと、全衛星の簡易な軌道データの両方を放送している。この他に、各衛星の時刻ずれデータ、1周波受信用の電離層補正データなどが含まれている。

一般にGPS用語では、正確な軌道データをエフェメリス・データ、簡易な軌道データをアルマナック・データと呼んでいる。エフェメリス・データは、ユーザ位置を計算するための正確な衛星軌道データであり、アルマナック・データは、次に受信する衛星の選択に使用される、ラフな軌道データである。

これらのデータ収集には、エフェメリス・データが約30秒、アルマナックが、全衛星分で12.5分の時間を要する。そのため、シーケンシャル測位では、各データの収集時に、断続的な作動の中断が必要となり、測位に時間を要する結果となる。

これを解決するために、2チャンネル型が登場した。すなわち、1チャンネルで、シーケンシャルに順次測位し、他の1チャンネルで、各衛星のデータを収集するのである。

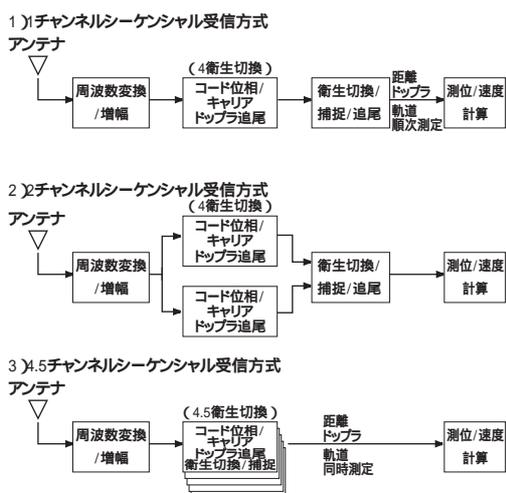


図2 各チャンネルの構成

一方、軍用の5チャンネル型では、当初、1チャンネル型と同様にIF回路で、コードを相関処理していた。このため、受信回路の一部が5チャンネル分必要になり、大型化、高価格化の傾向があった。しかし、80年代の後半になると、各チャンネル・コードの相関処理などがハ

ードウエア化、すなわち、大規模ASIC化され、小形、安価を実現する可能性が生まれてきた。

他社が民間用GPS受信機に1、2チャンネルのシーケンシャル受信機を販売したのに対し、当社では、生産性に優れ、コストダウン化が期待できる、デジタル処理の5チャンネルGPS航法装置を販売したのである。

この見通しは当時、将来の動向として論文などに示されていた。この電子技術の傾向は確かに的を射て、5チャンネル受信機は、時代の先端をいったGPSだった。今でも、その状況は同じで、将来性に合った機器の開発は、企業の存続にかかわる競争場裏の宿命として、当然のことである。

GPSが米国のシステムであるため、詳細な仕様や運用状況が掴めず、どのメーカーでも初期のGPS航法装置には、機能、性能上のトラブルが発生した。その点、機能的に優位にあった当社の5チャンネルGPS航法装置は、日本はもとより海外でも高い評価を得た。

当社で最初に販売のGPS航法装置、KGP-900型には、デジタル5チャンネル処理や、広指向性マイクロ・ストリップ・アンテナが採用された。一般に船舶用では、振動による低仰角衛星の受信を確保するために、ヘリカル・アンテナを使用していた。当社では、生産性の悪いヘリカル・アンテナの代わりに、マイクロ・ストリップ・アンテナに非励振素子を付加して、広指向性を実現した。



図3 KGP-900

KGP-900型は、アンテナ部に周波数変換回路を内蔵し、約36MHzの、低いIF周波数を本体受信部に供給している。当時、GPS航法装置を装備する船は、大型船からの要望が多かった。そのため、アンテナ・ケーブルは延長可能とする、と考えてのことであった。

5チャンネル処理を含むハードウェアの処理部は、ASIC化で小形化が実現した。そのゲート・アレーのゲート数は1万2千個で、当時は、当社で最大規模のASICであった。また、処理部には、16ビットCPUが2個搭載され、一つはGPSの信号処理に、もう一つは各種制御と測位演算に使われた。

当時一番大変だったのは、性能確認のフィールド実験で、GPS衛星がまだ七つ程度しかないため、24時間のうち数時間程度しか、結果が得られないことであっ

た。そのため、日本での実験は、夜中に及ぶことも再三再四であった。

このKGP-900のGPSアンテナ、センサ部は、KGP-901型として他の航法機器メーカーにも販売された。当時、GPSセンサはまだまだ形状が大きく、高価格の状態であった。これが当社としては最初の、GPS型センサである。

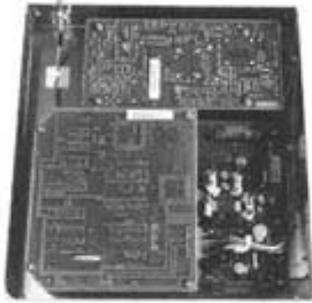


図4 KGP-901GPSセンサ

これをコンパクトにしたGPS型センサが、1989～1990年に陸上車載用として、車載関連メーカーからの要望で試作された。コンパクトにするため、アンテナは、小型のマイクロ・ストリップ・アンテナにRF増幅部のみを搭載し、ケーブルは、3mの細い同軸ケーブルである。また、ロジック基板に4層板を採用し、部品実装密度の向上を図った。



図5 GPS型センサ

しかし型は、型の部品を小形集約化したにすぎない。この頃、あるメーカーで、さらに小形の車載用GPSセンサが開発され、走行実験でGPSの車載実用化が検討され始めた。現状のGPS型センサでは、センサ形状の大きさなどに問題があり、太刀打ちできない。

そこで、小形GPSセンサの開発に着手した。開発目標は、競合メーカーの形状(130×180×20mm)以内、消費電力の削減、コストダウン化であった。これをスタートさせたのが、1989年であったと思う。開発目標を列挙する。

- (1)アンテナの小形化
- (2)電力の低消費化
- (3)受信部の小形化
- (4)信号処理、測定計算、各種制御などを、一つのCPU処理へ統合
- (5)調整工数削減などでのコストダウン

この計画達成には、結果的に1年以上の月日を要した。

アンテナの目標は、車載に向くようマイクロ・ストリップ・パッチ・アンテナの小形化にある。従来の、型で使用したテフロン材の代わりに、高誘電率のガラス・エポキシ系の熱硬化樹脂を採用した。そのため、外形を約100 から85 程度に縮小できた。しかしこの材料では、テフロン系に比べ、誘電体損失が多いため、感度の低下を招くおそれがあった。材料を厚くすることでこれを解決し、コストダウンと小形化の目的は達成され、大きな成果が得られた。

アンテナ直下のRFアンプには、従来型では、高価な低雑音のガリウム砒素FETが採用されていた。しかし、当時普及してきた衛星放送の受信機用に1GHz帯の安価なガリウム砒素ICが各社から販売されたので、これを採用し、900型と同程度のNF2dB以下が実現できた。

RFアンプは、全体で約26dB、NF約1.5dB以下の性能をもち、その基板の寸法は、30×30mmである。

次に本体受信部には、従来型では、IF回路フィルタに、一般的なシールド型のIFトランスを使用していた。また、各部の回路を構成している抵抗、コンデンサ、トランジスタなどは、従来のマウント・ディップ・タイプであったが、民生用に使われ始めた表面実装部品を、できるだけ採用して小形化を図った。

さらに、高周波のRF信号をIF信号に変換する局部発振回路の小形、低電力化を図った。従来、局部発振回路に1/2周波数(約770MHz)のVCOをPLLシンセサイザ方式として使用していた。当時は分周器に適したICがなく、ECL ICを使用して所定の分周比を得ていた。そのため、消費電流が多く、低消費には不向きであった。結局、PLL方式の採用を諦め、基準水晶発振器を約100逡倍して、所定の局部発振周波数を実現し、小形、低消費、低価格化を達成した。

また、受信部で従来使用していた、+12V、+5V、-5Vの3電源を、+5Vの1電源に統一できた。

一方、基準水晶発振器も、小形、低価格化を優先させるあまり、温度特性のみでメーカーを安易に、早まって選択したが、後の振動試験で水晶発振器の安定度が悪く、メーカー選定をやり直すなど、苦勞することにもなった。

上記の受信部と併行して、ハードウェアとソフトウェアの開発も同時に進行した。特にハードウェアは、従来、信号処理部と計算処理部が、別々に処理していたのを統合して、1CPUでソフトウェア処理の構成とし、ハードウェアを削減した。

信号処理部のASICは、従来の5チャンネルのゲート・アレーをそのまま採用した。しかし、後に価格と生産性のため、従来のピン・グリッド・アレイ型から表面実装のフラット型に形状を変更した。



図6 GPS 型センサ



図7 KGP-910型GPS航法装置

図6のように、GPS 型では、受信部が60×110mm、処理部が82×120mmの寸法になり、消費電力は、+5V 約400mA、約2Wを実現した。

完成した5チャンネルGPS 型センサ(G04型センサ)は、初めに、91年2月から生産開始の小形プロッタ付きGPS航法装置、KGP-910に搭載され、その後、このGPS航法装置は当社の主力製品のひとつになった。一方、アンテナ部については、GPSセンサ用として、併行して開発された小形パッチ・アンテナと、RF増幅回路が、GA-04型アンテナに搭載された。

また、このGPS 型センサは、トラック・ディスプレイTD-2000、2200シリーズにも搭載され、GPSトラック・ディスプレイ、GTD-2000、GTD-2200として発表され、一連のGPS航法装置の基盤を作った。

一方、マリン部門に先行して、GPS 型センサの陸上分野への応用が図られ、車載ナビゲーション・システム向けにGPSセンサの受注活動が展開された。

この頃、国内メーカーと米国メーカーはすでに車載ナビゲーション・システム用GPSセンサの市場に参入していたので、それらのGPSセンサとの性能比較試験が開始された。

受信するうえでの障害物についてみると、海洋で使用するマリン用GPS航法装置にとって、衛星の視野は広く、良好である。これに対し車載用では、建物等で衛星信号が遮蔽され、断続的な受信状況になる場合がある。

そのため、車載用GPSセンサは視界が回復したとき、いかに速く測位するかが、優劣を決める一つの条件となる。

マリンでは、海洋での測位のため、アンテナ高は一定で既知であるから、一般に3衛星による2次元測位だ

けで、GPS受信機は十分機能する。

一方、陸上用では、日本は山岳や丘陵地帯が多く、場所によって標高が異なるため、4衛星による3次元測位が必要になる。なぜならば、2次元測位の場合、測位場所の標高を設定する必要があり、ユーザから見た衛星の配置にもよるが、高さの見積誤差が、水平位置誤差に影響を与えるからである。

そのため、全体の測位率と3次元測位率が優劣の決め手となる。また、測位軌跡の安定度は、マリン、陸上に拘らず、必要条件でもある。

当初、われわれの開発は、マリン航法装置用として、出発した。従って、陸上での状況が分からず、上記、未知の問題に直面した。

特に市街地や山岳地走行での、測位頻度改善の必要に迫られた。そのため、アンテナ部、受信部、受信処理のソフトウェア上で、問題点を一つ一つ検証することになった。

度重なる車載実験の結果、衛星信号のC/Aコード、キャリア信号捕捉時間の短縮、追尾の安定化、などのソフトウェア処理が必要となった。また、船舶のように、常時衛星が見えるのと異なり、車では受信可能な衛星が視界の状況で左右されるため、衛星受信不能に陥るときがある。これに備えて常時最適衛星の選択を短時間で行う必要が生じた。

当然、他のメーカーも同様な対策を講じていた。技術は常に進歩はするものの、一進一退の状態が、約1年余りも続いた。

当時、日本よりも米国のメーカーが技術的に進んでいたことや、対策期限もあって、日本のメーカーにとって車載用GPSセンサのOEM供給は、難しい状況であった。幸い、当社では、5チャンネル・パラレル処理方式を当初から採用していたので、連続してパラレルに信号を追尾できる。これが、低S/N下での信号追尾、受信信号中断後の復帰時間の短縮、などの対策に際しては、有利であったと思う。

1991年の中頃には、2枚ボードのGPS 型センサをさらに小形化し、1枚ボードで、90×110mmのGPS 型センサが完成した。

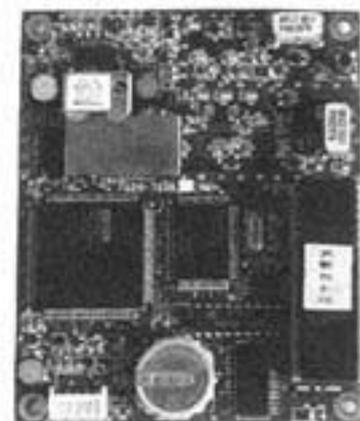


図8 GPS 型センサ外観

このサイズは、世界最小ではないにしても、当時としては小形の部類に属していた、と自負している。この5チャンネルGPSは、チャンネル数、CPUのパワー不足など、車載用GPS仕様として問題が多少あるにしても、ひとまず、完成の域に達していた。

このように、技術が発展してくると、GPSセンサは、車載ナビゲーション・システム側から見れば、単に普通のセンサとなり、価格と性能の両面で、ますます熾烈な競争となってきた。

この型センサは、船用GPS航法装置のKGPシリーズ、GTDシリーズに、型のマイナーチェンジとして搭載された。また、アンテナとセンサの一部を一体化したGPS-4、アンテナとセンサを分離したGPS-5が、新たに、船用GPSユニットとして発売された。

発売の少し前、米国メーカーでは、6チャンネルGPSセンサや、当社のGPS型センサよりさらに小形、低消費電力のGPSセンサが開発された、とのニュースが市場から入る。もう世の中では、次世代のGPSセンサは高集積化され、小形、低消費電力、高性能、多チャンネルの方向に、走り始めていたのである。

この1991年頃は、米国、ヨーロッパとも不況下にあり、船舶用以外の陸上用GPSセンサの需要は少なく、将来に向けての開発を模索し、投資が続けられていた。当社も例外ではなく、高集積化新型GPSセンサの開発がスタートした。

次世代のGPSセンサのアウトラインについては、1990年の後半に調査が開始され、約1年後、91年6月頃に具体化案が完成する。GPS型を発売した頃である。目標仕様として、大きさでGPS型センサの約1/2、消費電流を200mA以下(5V使用時)とした。

高周波回路、IF回路、シンセサイザ回路の1チップ化で、小形、低消費電力化は実現可能である。しかし、技術的な問題、特に、RF部が、マイクロ波帯の1,575MHzと、高周波であること、全体の増幅度がラジオ等に比べ、高利得であること、さらに、シンセサイザ回路のノイズが受信機に影響を及ぼすことなどで、IC製作メーカーが1チップ化に難色を示し、チップ構成の設定に時間を要した。

1チップ化が第1目標であるが、技術的難色を避けて、結局、最悪2~3チップによる分割化の条件でスタートする。

一方、デジタル部の大規模ASIC化も、同時期に立案されスタートする。ASIC化には、小形化に適したスタンダード・セル方式(MSI型の高密度マクロ・セルが使用可能)が有力となり、当時の新製品、16ビット高性能CPUセル内臓タイプを採用することになった。

ASICには、CPU回路の他に、シリアル・インタフェースと、各衛星を平行に処理する多チャンネルの信号処理回路が組み込まれ、6衛星以上の信号処理能力を有する機能となった。ASICのランダム・ロジック部は、ゲート換算で2万を超える容量である。

これらの集積したアナログIC、デジタルICは、新しいGPSセンサとして、GPS型センサの代替であるGSU-7型(D25型センサ)、GSU-8型(G33型センサ)に使用されている。

開発されたGSU-7型は、従来のG09の大きさ、90×110mmと同形であるが、DC-DC用スイッチング電源回路、シリアル・インタフェースのRS-232C、RS-422などに対処している。このGSU-7型センサは、KGP-930の代替モデル、KGP-931から搭載され始めた。

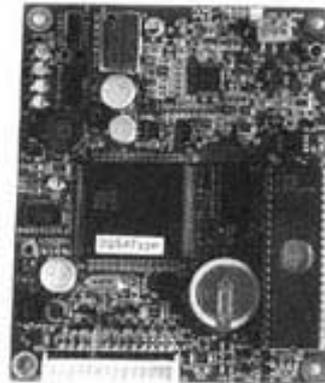


図9 GSU-7型センサ外観



図10 GSU-8型センサ外観

一方GSU-8型は、多層板による両面実装化で小形化された。その大きさは、50×90mmと、GSU-7型の半分以下であり、GSU-7型と同様に、スイッチング電源回路、RS-232Cシリアル・インタフェースが内臓されている。

GSU-7型、GSU-8型は、外部+5VDC入力時、約200mA以下の低消費電力を実現した。

4.むすび

今後GPSは、ますます、小形、高性能、低消費電力への道を進むであろう。そのために、GSU-8型に搭載されているようなカスタムLSI技術の応用が必要となる。

また、測位精度向上の目的でディファレンシャルGPSが、米国の海洋沿岸で1996年から運用される。さらに北欧でも、運用の準備が進められている。

一方陸上でも、FM帯でのディファレンシャルGPS運用が計画され、今後海洋にもまして、GPSの応用が広まるであろう。

5.謝辞

GPS航法装置用アンテナの設計に当たり、ご指導いただいた、東洋大学、石曾根孝之教授に感謝いたします。

また、開発当初から、共に携わってきた、藤野輝久 参与及び古谷俊雄、和智英機、栗村静夫の諸氏、並びにGPSプロジェクトチームの皆様に、感謝の意を表します。

出典

光電技報第10号 平成6年4月

(株)光電製作所 多摩川事業所出版