

GPS データ伝送路構成と特性の一検討

塩田 宏明*

A Study of GPS Data Network Construction and Characteristics

Hiroaki SHIOTA

Abstract

GPS (Global Positioning System) is a navigation system using the circumference satellite NAVSTAR managed by the U.S. Department of Defense, and can acquire the present position.

The interface and the protocol between a commercial GPS receiver and a personal computer (PC) were examined. In the interface between a GPS receiver and a PC, two interfaces, (1) USB connection and the Internet connectivity which used (2) POP3 protocol, were considered. Based on the examination, the positioning data acquisition application, which operates with a windows PC, was created.

In this research, the connection conditions for a GPS receiver and PC and the protocol were clarified. Moreover, the basic data for constituting movable positioning equipment and remote positioning equipment was obtained.

Keywords:GPS, NAVSTAR, USB, POP3

1. はじめに

GPS (Global Positioning System) は、米国国防省によって管理されている周回衛星 NAVSTAR (Navigation Satellite with Time and Ranging) を使った航法システム⁽¹⁾で、現在位置を取得することができる。

現在位置を取得できることから、応用製品の1例としてカーナビゲーションとして利用されているものが身近にある。さらに、GPS は CDMA (Code Division Multiplex Access) 技術を使用していることから、同一技術を用いて近年実用化された 3G 携帯電話にはナビゲーションを搭載した製品も販売されるようになってきている。その他測量、船舶操作、日本の地殻変動を観測システムなどさまざまな利用例がある。

本研究では、GPS 受信機からの各種データを、

パソコン (PC) を使用して取得するために GPS 受信機と PC 接続のためのインターフェイス、プロトコルについてハード、ソフトの実証検討を行った。さらに、取得データを PC 画面上に表示するなどの技術検討とそれらの結果を述べる。

2. GPS 受信機

使用した GPS 受信機の主要仕様を以下に示す。

受信周波数 : 1575.42MHz (L1 帯 C/A コード)

受信方式 : マルチチャンネル (8 チャンネル)、32 コリレータ、連続捕捉

単独測位精度 : 位置; 25m、CEP (50%) (SA OFF)

測地系 : TOKYO (初期値) / WGS84

概観図を図 1 に示す。単 4 電池 2 本で動作する。



図 1 GPS 受信機概観図

3. GPS 受信機のインターフェイス

実験対象の GPS 受信機には外部接続端子として、

- ① USB コネクタ
- ② 携帯電話と接続する 16 芯コネクタがある。

GPS 受信機と電子地図をインストールしたコンピュータとを USB ケーブルで直接接続することにより、可搬可能な簡易ナビゲーションが構築できる。また、携帯電話回線経由で GPS 受信機を搭載した移動体の遠隔管理が可能である。

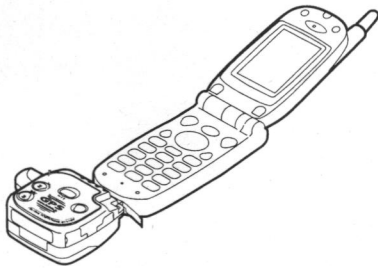


図 2 GPS 受信機と携帯電話の接続状態

(製品マニュアルから)

4. GPS 受信機からの信号フォーマット

GPS 受信機からの信号フォーマットには、GPS 受信機製造メーカーの独自フォーマットが採用されている場合がある。使用した GPS 受信機ではデフォルトで、

- ① USB 接続端子における信号フォーマットは米国の NMEA⁽²⁾ (National Marine Electronics

Association) が制定した標準フォーマットと ② 16 芯コネクタ接続における信号フォーマットはメーカー制定の 2 種類のフォーマットを採用している。GPS 受信機から 1 秒間に 1 回程度、信号は出力される。

5. NMEA フォーマット^{(2),(3)}

船舶用電子装置間の接続、情報伝送のため信号特性、プロトコル、データフォーマットなどを規定しており、ASCII コードによるテキスト形式を採用している。情報はセンテンス単位で伝送される。センテンスのスタートは“\$”に続きセンテンス種別文字を示す文字で構成される。センテンスの最後にはチェックサムがあり、CR、LF コードで終端される。データ項目間をカンマで区切る CSV (Comma Separated Value) 形式である。シリアル通信が考慮されており、無手順プロトコルが採用されている。

GPS 受信機専用のセンテンスは [GP+情報種別] で、たとえば、GPGGA センテンスは GPS 測位結果を表す。他に現在位置と時刻を表す一般のセンテンスなどもある。

本 GPS 受信器ではデフォルトで、

- ① GPGGA : GPS 測位結果
 - ② GPGSA : 測位 GPS 受信機のデータ、モード
 - ③ GPGSV : 受信可能な GPS 衛星数、仰角、SNR
 - ④ GPRMC : 時刻、位置、速度
- の 4 種類のセンテンスが取得できる^{(3),(4)}。

以下に GPGGA のフォーマット例を示す。

```
$GPGGA, hhmmss. ss, llll. ll, a, yyyyy. yy, a, x, xx, x. x
, x. x, M, x. x, M, x. x, xxxx*hh
hhmmss. ss : 現在時刻 (UTC)
llll. ll : 緯度
a : 北緯 or 南緯
yyyyy. yy : 経度
a : 東経 or 西経
x : 0 : 非測位状態, 1 : GPS 単独測
2 : DGPS
xx : 測位に使用した衛星数
xx : HDOP
xx : 海拔高度
M : 海拔高度の単位(m)
xx : ジオイド高
```

M : ジオイド高の単位 (m)
 x. x : DGPS 補正データの古さ
 xxxx : DGPS 基準局 ID
 hh : チェックサム

ケイド : E132. 11. 35. 02
 コウド : -m
 ソクド : 0km/h
 ホウコウ : 0 ド
 サインポストホウコウ : -ド
 サインポストキョリ : -m
 ステータス : 0

以下に本 GPS 受信機で受信したデータ例を示す。

```
$GPGGA, 012834. 5, 3356. 0298, N, 13211. 5531, E, 1, 4, 1
. 64, , M, , M, , *60
$GPGSA, A, 2, 08, 26, 10, 24, , , , , , , 1. 64, 1. 64, 0. 03*
0B
$GPGSV, 2, 1, 7, 21, 19, 317, 00, 08, 31, 059, 35, 26, 61, 2
55, 40, 10, 59, 039, 32*40
$GPGSV, 2, 2, 7, 17, 53, 315, 00, 06, 23, 272, 00, 24, 38, 1
47, 44*76
$GPRMC, 012834. 5, A, 3356. 0298, N, 13211. 5531, E, 000
0. 0, 000, 050803, , E*6D
```

これらのデータからある地点の緯度、経度だけでなく、標高などが取得できる。また、測位データに関する正確さに関わる項目として、① GPS は単独測位なのか、② 測位に使用した衛星数はいくつであるのか、③ 測定時の受信 SNR はいくらなのか、④ 測位動作次元 (自動/2D/3D) という情報などが取得できる。なお、④項目の表記は、通常は自動であるが、データ取得衛星の状態により、緯度・経度の取得の2D動作、緯度・経度のほか高度の取得も可能な3D動作であることを示す。

このようなデータは「京都市上空のGPS衛星の衛星情報表示システム」⁽⁵⁾として、京都大学工学部2号館屋上に設置した8チャンネルのGPS受信機Lassen SK8 (Trimble) から出力された衛星情報がホームページで紹介されている。

6. 独自 GPS 受信機フォーマット

使用したGPS受信機には、携帯電話と接続する16芯コネクタが設けてある。これに接続した携帯電話を介してGPS受信機で取得したデータをメールにより伝送することができる。このデータフォーマットは受信機独自の形式である。

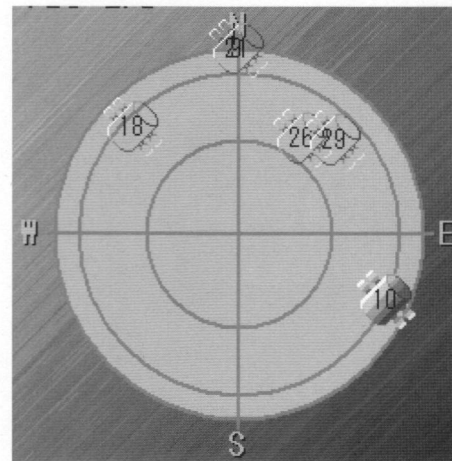
以下にGPS受信データ例を示す。

```
イチジョウホウ
ソクイモード :2D
ソクイジコク :2003/07/30
11:09:20
イド :N33. 56. 02. 18
```

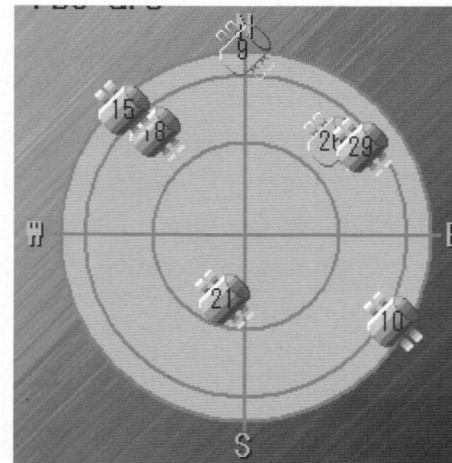
7. 捕捉衛星の配置状態

三次元位置 (緯度、経度、高度の3未知数) を決定するためには3個の衛星からの電波を地上で受信する必要がある。さらに受信機の測位時の時計誤差をも考慮すると4個の衛星からの電波を地上で受信することが求められる⁽⁶⁾。

衛星は、軌道半径26561.7km (地上約20200 km上空)、軌道傾斜角55°で周回しており、単独測位のGPSにおいては位置精度が10m~100m程度と考えられている。周回衛星は、6つの軌道面



(1)



(2)

図3 大島で観測した捕捉衛星の配置状態

に4機ずつ合計24個配置されている。その内から4個の衛星が常時補足できれば精度が向上する。しかし、衛星からGPS受信機までの伝播状態、GPS受信機周辺の状態によりこの条件は常時必ずしも満足されるものではない。

図3に、大島において観測した周回衛星の配置状態を示す。(1)は測位データ取得用衛星が1個の場合、(2)は測位データ取得用衛星が5個の場合である。測位データ状態としては(1)は測位待ちで、(2)は3D測位状態である。

8. GPS 受信機とパソコン間の信号伝送

8-1 USB 接続

NMEA フォーマットの信号は図4のように、GPS受信機とパソコンを、USB ケーブルを介して直接接続することによりパソコンに取得した。



図 4 GPS 受信機と PC の USB 接続

GPS 信号の特性、プロトコル、データフォーマットなどは5. NMEA フォーマットで述べた。パソコン側では、まず、4種類のセンテンスを判断し、それぞれのセンテンスに含まれる CSV 形式で構成されている現在時刻、緯度、経度などのデータを区別し、識別することにより GPS 衛星からのデータを取得した。

8-2 メール伝送接続

使用した GPS 受信機は、i モード対応携帯電話と16芯コネクタで直接接続する。GPS 受信機に設けられた MAIL ボタンを押すと現在地情報をメール編

集画面に表示した後、宛先を記述して送信すれば自分の現在地を相手に送信する事が出来る機能を有している。

この測位データ伝送網は携帯網とインターネット網で構成され、図5に示すように情報はGPS受信機-携帯電話-指定のメールサーバ-PC

[携帯網] [インターネット網]

と、GPS から受信データ表示プログラムをインストールした PC に伝送される。伝送には SMTP、POP 3 プロトコルが使用される。

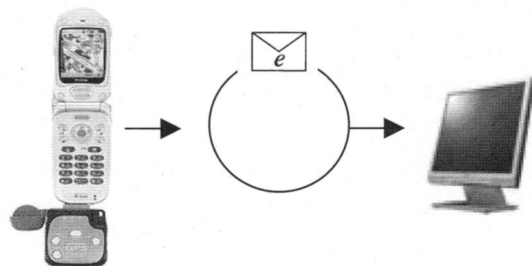


図 5 位置情報のメール伝送概念図

パソコン (PC) で測位データを取得するために、PC からメールサーバに POP 3 プロトコルをサポートしたプログラムでアクセスし、位置情報を受信後、情報内容を解読し、表示する GPS Data アプリケーションを作成した。本 GPS Data アプリケーションにより、GPS 受信機接続携帯電話の存在場所を遠隔から確認できる。

9. 受信情報

9-1 USB 接続受信情報

測位データ取得のため、GPS 受信機を USB 接続した PC で位置情報を取得するアプリケーションを製作した。Windows 動作するアプリケーション画面を図6に示す。

GPS 受信機の USB 接続インターフェイスからは、5. NMEA フォーマットで述べたように ASCII コードによるテキスト形式の信号が出力されている。このデータを、PC において各種センテンス情報をもとに同期を取り、緯度、経度、SNR などのデータ毎に、それぞれ判別、取得処理後のデータを、GUI 表示した。図6に GPS 取得データ例を示す。

図7(1)、図7(2)は、大島商船上空におけるGPS衛星の衛星状態(UTC 2004年6月29日 5時37分02秒)を示したものである。これは5. NMEA フォーマットで紹介した京都大学工学部2号館屋上に

設置した 8 チャンネルの GPS 受信機 Lassen SK8 (Trimble) から出力された衛星情報 (ホームページ「京都市上空の GPS 衛星の衛星情報表示システム」)と同様の情報である。

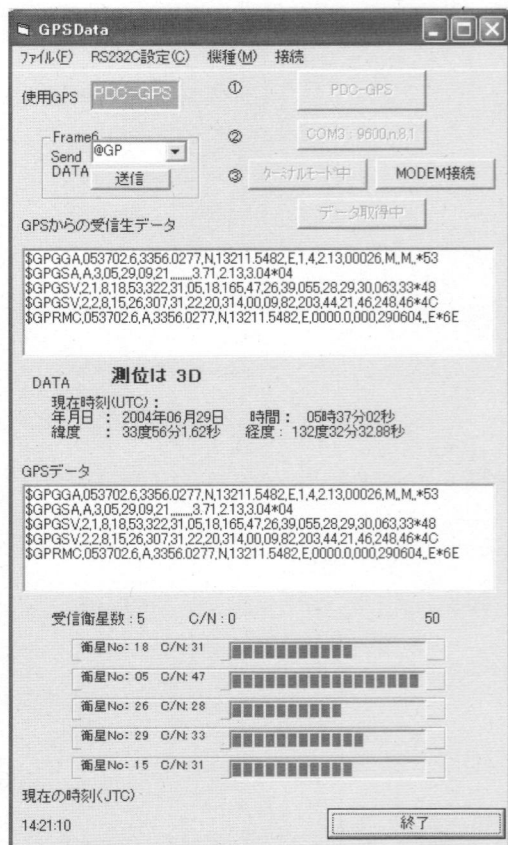
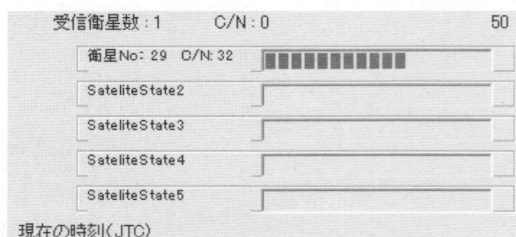
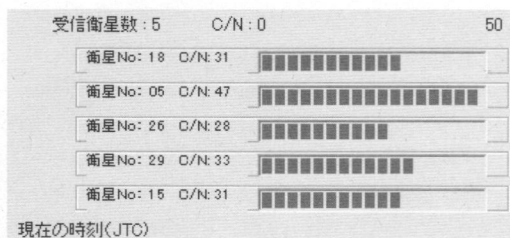


図 6 GPS 情報取得画面



(1)



(2)

図 7 GPS 衛星の受信状態

GPS 衛星は高度約 2 km の軌道を秒速 3 km 以上の速度で周回している⁽⁴⁾。このため、空間伝播路特性の変動などにより図 7 (1)、図 7 (2) に示すよう

に受信 SNR は絶えず変動した。観測当日 (UTC 2004 年 6 月 29 日 5 時 37 分 2 秒) は晴天であった。

SNR の変動などのため、測位動作次元 (自動/2D/3D) もたえず変化し、単独測位での精度が影響を受けることが観測された。

9-2 メール伝送接続受信情報

メール伝送路を使用した接続の場合、受信情報は、6. 独自 GPS 受信機フォーマットで示したように取得時刻、緯度、経度など位置情報とその精度を理解する項目程度に制限されたデータが PC において取得できた。

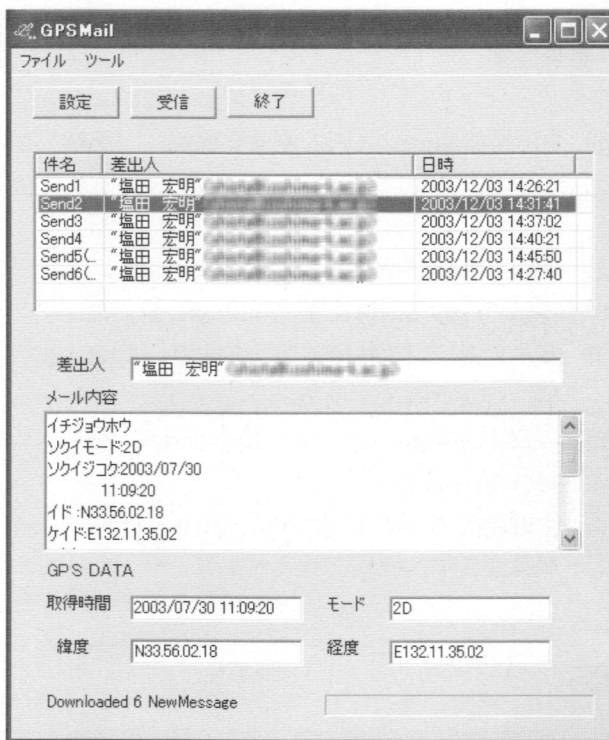


図 8 メール受信測位データ

パソコンで動作する試作 GPS Data プログラムとしては、POP 3 プロトコルを実装したメール受信機能と、データ受信後、緯度、経度などの測位データをそれぞれ判別、取得し、それらを GUI 画面上に表示する Windows 動作アプリケーションとして実装した。GPS Data プログラムの動作画面を図 8 に示す。

GPS 受信機からの測位データを、携帯電話を用いた伝送路経由で、遠隔地においてメール機能付き GPS Data プログラムで受信できた。このことから、小型の GPS 受信機所持者の所在場所を知る遠隔管理システムを構築できる基礎データが得られた。

10. むすび

市販のGPS受信機とパソコン間のインターフェイス、プロトコルについて検討した。本研究では、①USB接続、②POP3プロトコルを使用したインターネット接続の2つのインターフェイスについてハード、ソフトに関して検討を行った後、Windowsパソコンで動作する測位データ取得アプリケーションの作成も試みた。

研究結果からGPS受信機とパソコンを、USB接続する方法で、可動測位装置が実現できた。また、POP3プロトコルを使用したインターネット接続では遠隔監視の測位装置の実現性に関する基礎データが得られた。

参考文献

- (1) ITS 情報通信システム推進会議編、” 図解 これぞわかった GPS —ユビキタス時代の位置情報— “、PP8—PP11、森北出版、2004年
- (2) <http://www.NMEA.org/>
- (3) <http://www.kh-GPS.de/NMEA-faq.htm>
- (4) 坂井丈泰、“GPS 技術入門”、PP120—PP122、2003年、東京電機大学出版局
- (5) http://bg66.soc.i.kyoto-u.ac.jp/forestGPS/sat_info.html
- (6) 佐田達典、“GPS 測量技術”、PP 4—PP8、
- (7) 平成15年、株式会社オーム社