

教育用 GPS 測量システムの開発

福岡大学工学部 学生員 大隣 昭作
 福岡大学理学部 竹迫 一雄
 福岡大学工学部 正会員 黒木 健実

1. はじめに

GPS (Global Positioning system, 汎地球測位システム) は各機関の試験観測・精度評価の結果から有用性が実証され 1993 年に、公共測量作業過程に追加され公共測量でできるようになった。

国土地理院では GPS 連続観測局を設置し、全国に約 900 個所での連続観測を実施している。この GPS 基準局を単に地殻変動の検出だけでなく、三角点に代わるデジタル化時代の新しい基準局として活用する事で電子基準局と呼ぶようになった。GPS 測量を取り巻く環境が整備されつつあるが、教育・実習での取り組みを見るとあまり進んでいない。GPS 測量機材は高価でしかもブラックボックス化されていてその計算過程を追うことは難しい。この点が教育・実習に導入する場合のネックとなっている。

本研究の目的は市販されている受信機とパソコンを利用して各測位の流れを追っていけるような教育・実習用の安価な GPS 測量システムを開発することである。

2. GPS 測量システム

GPS は、単独測位と相対測位の 2 種類が (図 1) あり、利用者の用途により使い分けられている。GPS 受信機の違いからも C/A コードを利用する、単独測位、相対測位と搬送波位相を利用する干渉測位の 2 種類に分類される。干渉測位をおこなうための受信機は C/A コードも受信できるように図のすべての測位をおこなうことができる。C/A コードのみを受信する受信機はカーナビゲーションなどにも使われていることもあり安価で手に入れやすいが、搬送波位相を受信する受信機は高価である。

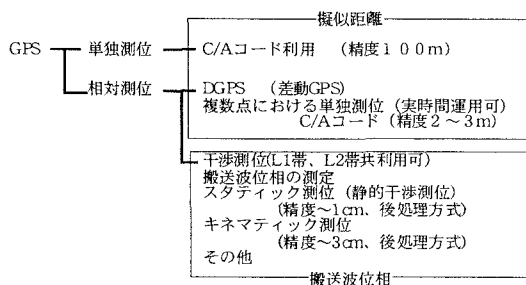


図 1. GPS の利用形態

3. 教育用 GPS システム

開発したシステムには、①レジャー用 GPS 受信機を使用した単独測位システム、②測量用 GPS 受信機を使用した測位システムの 2 つがある。①では受信機の測位情報をパソコン上に表示、記録するプログラム、同受信機 2 台を利用した相対測位プログラムを、②では RINEX 形式のデータを使った衛星座標計算、単独測位、相対測位、干渉測位プログラムを開発した。

3.1 レジャー用 GPS 受信機を使用した単独測位システム

レジャー用 GPS 受信機は、指定した座標系の緯度、経度、標高、衛星の情報などを一秒ごとに出力する。

このプログラムではアンテナの出力する単独測位の結果を入出力ポートを使用してパソコンに取り込み、その場でその情報をグラフィカルに表示し記録する。座標系の切り替え、禁止衛星の指定、記録の開始、終了などはメニューバーからおこなうことができる。

また 2 つの入出力ポートを持つパソコンでは、2 台のレジャー用 GPS 受信機を接続し、同時に相対測位のためのデータが記録できる。

使用機材

GPS 受信機 SONY IPS-5000

パソコン Apple PowerBook 180c

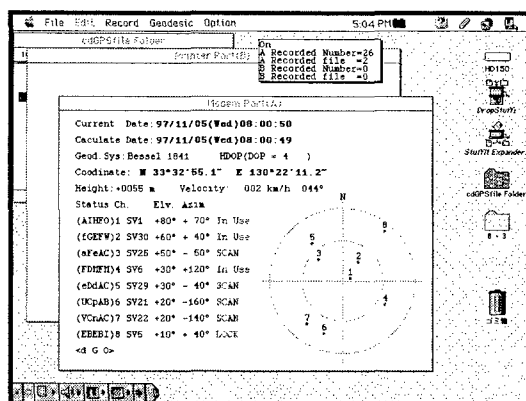


図 2 レジャー用 GPS の操作画面

3.2 測量用（1周波搬送波位相）GPS 受信機を使用した測位システム

測位計算をする上で衛星からの観測データを出力するフォーマットに RINEX という共通データ形式が使われている。RINEX 形式のデータには観測データ、航法メッセージ、気象観測の 3 種類があり、航法メッセージには衛星の情報が記されており観測時の衛星座標の計算のために使われる。観測データの中には擬似距離、搬送波の位相などが記録されており、このデータを補正して単独測位、DGPS、干渉測位をおこなう。われわれは、この RINEX 形式のデータから衛星の座標を計算しデータを補正するプログラム、単独測位プログラム、相対測位プログラム、干渉測位プログラムを開発した

使用機材

GPS 受信機 古野電気 MG-11×2（単三電池 6 本×2 で稼働）

パソコン Apple PowerBook 2400c/180

使用ソフト RINEX 変換ソフト MG-1122(MS-DOS用) , VirturlPC

4. 観測例

開発した各装置における観測例を示す。表 1 の 2 点で観測を実施した。レジャー用受信機による単独測位装置では、座標系をベッセル座標系で出力させた。

測量用 GPS 受信機を使用した測位システムでは、WGS-84 で計算した。なお、比較対象としては古野電気の GPS 基線解析ソフトウェア CAP-win ver2.00 を用いた。

表 1 観測地点（ベッセル座標系）

	A 点	B 点
北緯	33°32'40".034	33°32'38".588
東経	130°22'06".999	130°21'43".616
標高	44.43m	51.61m
名称	4 等三角点 100632	福岡市交通局 2 級基準点 (No16)

4.1 単独測位

表 1 の A 点で観測した単独測位の結果を示す。レジャー用受信機による単独測位の結果は、1 秒毎にアンテナから出力される結果を 1 時間として平均したものである。RINEX データを使った単独測位は衛星 4 つを使い 10 秒毎に単独測位計算をしそれを平均したものである。1 時間

の観測中に衛星はその位置を変える。そのため測位に使う最適な衛星の組み合わせは刻々と変化している。古野については不明であるが、レジャー用受信機では測位中に使用する衛星の組み合わせを変えている。われわれのプログラムでは 1 時間の計算の中で同じ衛星の組み合わせを使って測位計算をおこなっている。

表 2 単独測位の結果（ベッセル座標系）

	北緯	東経
レジャー用 (SONY)	33°32'40".500	130°22'07".260
測量用 (古野)	33°32'39".962	130°22'06".991
測量用 (著者)	33°32'38".590	130°22'09".045

4.2 擬似距離による相対測位

相対測位は、同じ衛星を使って 2 点で測位をおこなうことによって共通の誤差を消去する。レジャー用受信機では 2 点間での単独測位の結果から相対的な距離を求めた。RINEX データを使った計算では、基準地点に単独測位で求めた座標を使い観測地点の相対的な座標を計算した。レジャー用受信機では 2 台の受信機の間で、同じ衛星を使用している保証はない。われわれのプログラムでは 2 台の受信機で同じ組み合わせの衛星を使って計算している。測位計算中の衛星の組み合わせは 1 つである。

表 3 擬似距離による相対測位

	相対距離(m)
レジャー用受信機 (SONY)	605.01
測量用 (著者)	604.352

4.3 搬送波位相による相対測位（干渉測位）

開発した干渉測位プログラムでは搬送波位相を使った精密測位ができる。10 秒毎に、333 個の観測データを取った。その中で状態の良い 5 衛星のデータを使って計算した。

表 4 干渉測位

	相対距離(m)
CapWin (古野)	604.863
干渉測位 (著者)	604.862

5. おわりに

レジャー用 GPS 受信機とパソコンを利用した単独測位と相対測位のできるシステムと、測量用 GPS 受信機とパソコンを使用した単独測位、DGPS、干渉測位のできるシステムを開発し、それぞれの測位をおこなえるようになった。今後は測位に最適な衛星の選択のためのプログラムの開発と観測データの補正、計算法の改善による精度の向上が課題である。

参考文献 土屋 淳・辻 宏道 GPS 測量の基礎 1995 年 日本測量協会