

GPS の相対測位精度に関する基礎的検討

12T0231A 中西 慶

指導教員：山崎文雄、劉ウエン

1. はじめに

GPS (Global Navigation Satellite System) は、米国が位置測位のために開発したシステムである。測位衛星からの信号を受信することで、地上、海上、空さらには宇宙空間でもリアルタイムで現在位置情報を得ることができる。その用途は、当初の軍事利用から、民間でも様々な分野への活用が広がってきた。ほかの地図情報と重ね合わせることで防災にも利用され、船舶や列車の位置情報を知らせることに役立つ。また、道路・地図情報とともに自動車の自動運転開発に向けて欠かせないものとなっている。

その際、GPS 測位に求められるのは、あらゆる場所でより高精度な位置測位を可能とすることである。衛星測位では、上空の衛星から出されるマイクロ波を利用するため、上空が遮られる場所では測位が困難になる。さらに、マルチパスや上空の電離層や対流圏の影響を受けて、精度が限定されることも考えられる。これら、様々な誤差要因を取り除き、高精度の測位を目指した多くの研究がなされている。

また、単独の受信機での測位では数 m から数十 m ほどの位置精度であるが、搬送波を用いた相対測位では、数 cm オーダーの精度での測位が可能となる。

そこで本研究では、高精度の位置測位に向けた基礎的検討として、観測データに使用するかどうかの閾値を設定し、測位精度の向上を検討する。閾値により精度の悪い衛星からの信号を取り除くことで、測位精度の向上が期待される。今回は測位精度の指標として、測位点ごとの標準偏差の平均と Fix 率を用いた。これに加えて、実際に現地で計測した距離との比較も行い、測位結果が正しいものであるか確認を行った。

2. 使用機器及びソフトウェア

使用したアンテナと受信機を 図-1 に示す。GPS と GLONASS の二衛星及び L1, L2 帯の二周波の観測が可能である。今回は、GPS 衛星の L1, L2 帯を用いた測位を行った。

解析に用いたソフトウェアは、高須知二氏が開発した RTKLIB ver2. 4. 2 である²⁾。このソフトウェアでは、受信機単独での測位解析とともに、別に設けた基準点を用いた相対測位も可能である。そこで本研究では、対象地域に近接する GEONET の測位情報を基準点として用いた相対測位を行った。



(a) アンテナ GPS-702-GG (b) 受信機 STARBOX
図-1 本研究の実験に用いた機器

3. 閾値による精度向上の検討

本研究では、測位した衛星の仰角と SN 比 (信号対雑音比 : Signal to Noise Ratio) の 2 つに閾値を設定し、精度向上の検討を試みた。

仰角は、受信機から見た衛星の地平線からの高度のことをいう。一般的に低い仰角の衛星から受け取る信号は、電離層や対流圏の影響を多く受けやすく、精度が悪いとされている。SN 比は、衛星からの信号の強度を示す値で、大きいほど優れた信号であることを表す。SN 比低下の要因としては、受信機内部回路での誤差等が挙げられる。

また、測位精度の指標として用いた Fix 解とは、解析の際に未知数として残る整数値アンビギュイティを整数に固定し、誤差をより小さくした解である。相対測位において Fix できなかった解は、Float 解と呼ばれ整数値アンビギュイティが観測時間ごとに値の変化する実数となり、測位結果にはアンビギュイティの決定誤差が含まれる。そのため誤差は、Fix 解より大きくなる。測位解全体における Fix 解の割合が Fix 率である。

閾値設定による精度向上の検討の例として、2015 年 7 月 13 日に千葉大学で測位した結果をまとめて示す。基準点として GEONET 千葉花見川の 1Hz サンプリングデータを用いた。基線長は約 5.8km である。図-2 は、閾値を設定したことで、標準偏差と Fix 率が変化した様子を示したものである。一番左の閾値を設定しなかった場合と比べて、閾値を設定したすべての場合において Fix 率が向上した。これは、解析の際に誤差が減り、より高い確率で整数値アンビギュイティを整数に特定できたことによる。また、仰角の閾値、SN 比の閾値ともに大きい値にすることで、より Fix 率が高くなることが確認された。

しかし反対に、閾値を設定したすべての場合で、標準偏差は、閾値を設定しなかった場合に比べて大きくなる。これは、閾値により使用衛星数が減少し

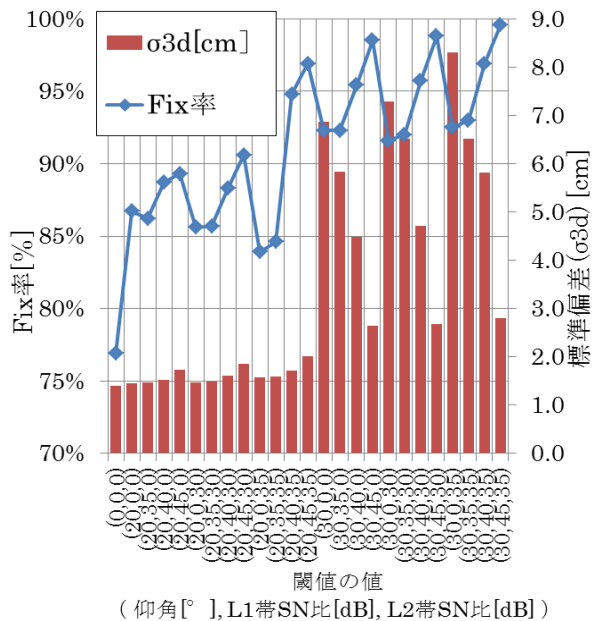


図-2 閾値設定による標準偏差とFix率の違い

たためであると考えられる。あくまで、精度の悪い衛星信号だけを取り除くための閾値設定であるので、指定する範囲を大きくしすぎると、逆に精度は劣化してしまう。今回の閾値設定においては、仰角を30度に設定した際に、標準偏差が大きく劣化した。仰角が高くてもマルチパスや受信機自体の誤差の影響を受けて、測位精度劣化を招く信号が含まれることが確認された。

一方で、L1帯におけるSN比の閾値を大きくしていくと、標準偏差が小さい場合には多少の劣化を招くが、標準偏差が大きい場合には大きく良化させる傾向にあった。Fix率はどちらの場合でも高くなったので、総じて良化させる傾向にあったといえる。L2帯のSN比においても閾値を大きくすると、Fix率を良化させる傾向があった。しかし、標準偏差が大きい場合は大きく劣化させ、標準偏差が小さい場合でも多少の劣化を招いた。

4. 測位距離の比較による精度の検討

GPSによる相対測位の精度を検証するために、実際に巻尺で測った距離と建物図面との比較を行った。2015年12月25日に千葉市消防局にて8箇所におけるGPS測位の結果を用いた。基準点としてGEONET千葉緑の1Hzサンプリングデータを用いた。基線長は約5.1kmである。

図-3(a)に示す敷地内において、P1-P8の位置で7分ほど静止した測位を行った。測位の様子を図-3(b)に示す。これらの点で開空率が悪い場合には低い仰角の閾値を設定するなど、各点ごとに閾値を定め、精度を高めた7分ほどのデータの平均である。

P1とP2では建物屋上における測位を行った。

GPS測位で得られた8点の位置情報から、国土地理院の測量計算サイト³⁾を用いて各点間の距離を算出したものをGPS値とした。垂直方向では、P1とP2で得られた測位結果の標高平均と、P4とP7の標高平均の差の値をGPS値とした。それらの結果を、巻尺で測った距離と図面における建物高さを比較したものを表-1, 2に示す。水平・垂直距離の両方において、数cmほどの誤差で収まり、GPS相対測位の精度は良好であったと言える。

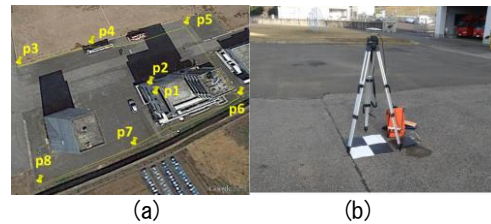


図-3 千葉市消防局での測位点(a)と測位の様子(b)

表-1 各点間の水平距離における比較

Point	GPS値 [m]	巻尺値 [m]	誤差 [m]
3-4	25.88	25.55	0.33
4-5	37.84	37.80	0.04
5-6	34.41	34.49	-0.08
6-7	36.62	36.60	0.02
7-8	25.86	25.83	0.03
8-3	40.34	40.30	0.04

表-2 高さの比較

GPS値 [m]	建物図面高さ [m]	誤差 [m]
17.34	17.50	-0.16

5. まとめ

本研究では、GPSによる相対測位の精度とその向上を検討した。観測データに閾値を設定することで、測位精度に与える影響をFix率や標準偏差の変化として確認した。また、実際の測量結果や建築図面と比較することで、GPS測位で得られた水平・垂直距離が良い精度であることを確認した。

今後は他の対象地域においても、引き続き精度評価を行い、閾値の設定方法を検討する。そのために、Fix率と標準偏差の関係性を探り、評価基準を設けるなどして、あらゆる場所で良い観測データの条件設定を試みたいと考えている。

参考文献

- 1) 土屋淳, 辻宏道: 新・GPS測量の基礎, p.20, 日本測量協会, 2002.
- 2) RTKLIB: http://www.rtklib.com/rtklib_document.htm (2016/1/26 閲覧)
- 3) 国土地理院 測量計算サイト: <http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/main.html>