

ハンディ GPS による地殻変動解析の試み

1130085 数藤 佑哉

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

2011年3月11日に三陸沖を震源とした東日本大震災が発生した。このような巨大地震に対し国土地理院の電子基準点(F3)データを用いて地殻変動の解析を行う事で、地震発生前日に起きた地震の前兆現象を捉えられることが判った。¹⁾しかし、国土地理院が電子基準点(F3)データをHPに公開するまでに、2週間程度の期間が必要なために地震の予知として用いる事ができない。そこで本研究では安価なGPS機器を用いて地殻変動の解析を試みた。その結果、安価なGPS機器によって、得られた位置情報は、24時間分のデータを平均化しても、極めて大きな誤差が含まれていることがわかった。そのため、今後、その要因を解明する必要がある。また、GPS機器の設置場所の再検討を行う必要がある。

Key Words:ハンディ GPS, NMEA, 算術平均

1. はじめに

2011年3月11日に三陸沖を震源とした東日本大震災が発生した。地震の規模を示すマグニチュードは9.0で日本観測史上最大の地震であった。このような巨大地震に対し国土地理院の電子基準点(F3)データを用いた地殻変動の解析をすれば、地震発生前日に、地震の前兆現象を捉えられることが判った¹⁾。しかし、国土地理院が電子基準点(F3)データをHPに公開するまでに、2週間程度の期間が必要となる。そのため、地震の予知として用いる事ができない。現在四国は南海トラフにおいて巨大地震が起こると予測されている。このことから、安価なGPS機器を用いた地殻変動の解析を試みた。本研究は、高知工科大学のC棟屋上に基準点を設置し、そこにGPS機器を置き、位置情報を解析することで離隔変動を捉えることを目的とする。

2. 使用する機器

本研究では、比較的安価なGPS機器である。データロガーM・241とPOKE・NAVI(mineEX)を使用した。データロガーM・241は、持ち歩くだけで移動の軌跡を自動で記録できる。POKE・NAVI(miniEX)は、ハンディGPSと呼ばれる機器である。ハンディGPSはデータロガーよりも高機能で、位置情報の保存やナビゲーションが可能である。また、NMEA形式でデータをPCに転送する機能も有している。表2.1に各GPSの仕様を示す。

表 2.1 各種 GPS のスペック

	データロガー	POKE・NAVI
稼働時間	13時間	17時間
データ記録時間	36時間	2時47分
位置情報	±10m	±10m
データ更新時間	毎1秒間隔	毎1秒間隔
NMEA	位置情報のみ可	全てのNMEA形式
電池	単3電池1P	単3電池2P

両者とも、24時間分の位置情報を取得することができない。そこで、単3電池から単1電池4本を並列回路で接続させ、稼働時間を40時間にした。またPOKE・NAVIはNMEA形式出力できるためPCに接続させ位置情報をPCのハードディスクに書き込むようにした。

NMEAとは(National Marine Electronics Association)フォーマットで、GPS機器におけるデータ転送の標準フォーマットであり、GPS機器の様々な情報をテキスト形式で出力することができる³⁾。NMEAが出力する主な情報は次のとおりである。

\$ GPGGA : 測位時間, 緯度, 経度, アンテナの海拔高さ
\$ GPGSA : 位置, 水平, 垂直低下率

3. データ取得状況

まず、C棟屋上に基準点を設置し、その上にデータロガーとPOKE・NAVIを置いてデータを取得した。図4.1と図4.2に各GPS機器により、得られた12時間分の緯度の値を時系列にプロットしたものを示す。いずれも、距離に直すと31m程度の振幅を持っている。

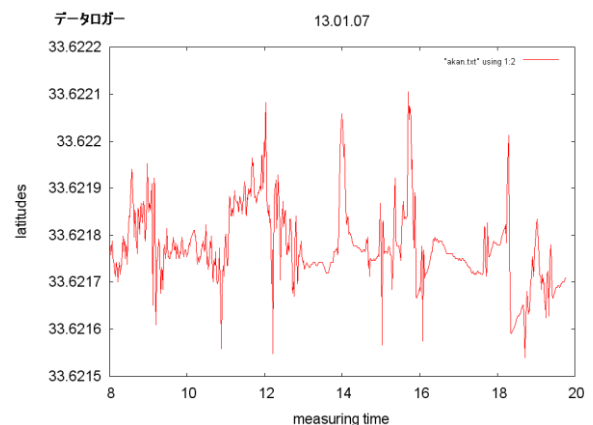


図 3.1 データロガー取得緯度

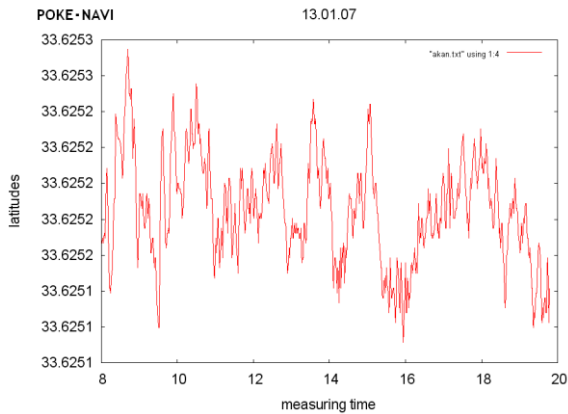


図 3.2 POKE・NAVI 取得緯度

次にデータロガー、POKE・NAVI とともに、0.73mの台座上に置き同様にデータを取得した。その結果を図 4.3、図 4.4 に示す。

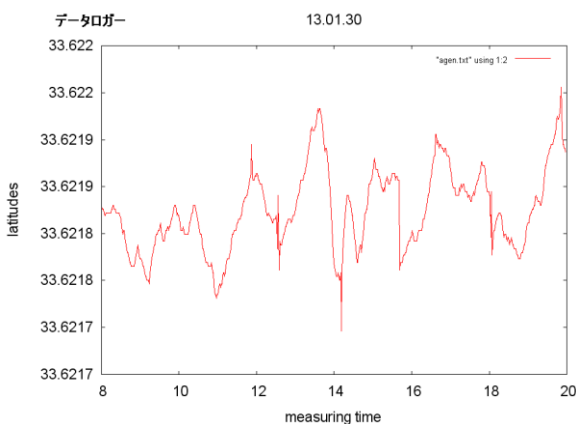


図 3.3 台座で取得した計測緯度

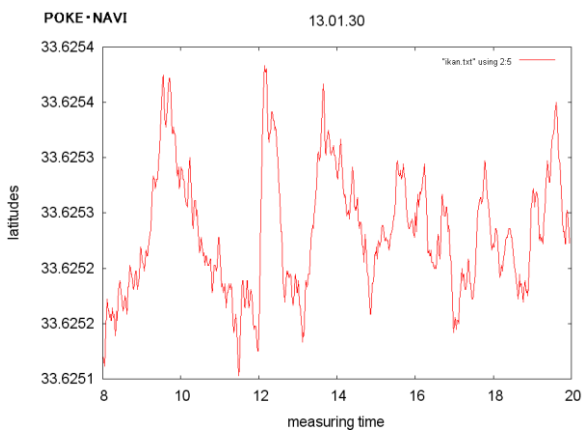


図 3.4 台座を使用した計測緯度

台座に置いて、データを取得した結果振幅は 15m程度になり、短い周期ノイズは減少した。これは GPS 機器を上設置したことで、視界が広がり、より多くの GPS 衛星が捉えられ、位置情報が安定したものと考えられる。

4. データ解析の手法

GPSによって得られる位置情報は捉えたGPS衛星の数や配置によって精度が変わる。しかし、大量のデータを平均化すれば、精度の向上を図る事が出来る。誤差伝播の法則を適用できるのとする、 n 個のデータに

より、 $1/\sqrt{n}$ の精度向上となる²⁾。そこで、24時間分の平均値によりどの程度精度が向上するのか実測を行った。

2012年12月26日、2013年1月17日、2013年1月30日のそれぞれ3日分のデータを使用して、平均値を算出した。その結果を表4.1に示す。緯度・経度で示しているがそれを距離に換算するために、地球の中心を原点に置いた三次元の直交座標に変換したものを表4.2示す。この表より30~200mという非常に大きな誤差が見られ、平均計算でも誤差は小さくならなかった。GPSは一般に10m程度の誤差であるが、24時間の平均計算でさえそれを大きく上回る誤差となっており、その誤差の要因を今後、つきとめる必要がある。

表 4.1 使用データ平均値

データロガー平均	緯度	経度
12.26-27	33.625191	133.720611
01.17-18	33.625213	133.720598
01.30-31	33.621737	133.718989
POKE・NAVI平均	緯度	経度
12.26-27	33.621798	133.719055
01.17-18	33.621824	133.719049
01.30-31	33.621736	133.718989

表 4.2 直交座標変換平均値

データロガー	座標変換平均		
	X(m)	Y(m)	Z(m)
12.26-27	-3669782.208	3837403.059	-3512672.582
01.17-18	-3669744.431	3837567.609	-3512467.068
01.30-31	-3669781.873	3837660.249	-3512353.994
算術平均	27.291	220.083	117.998
POKE・NAVI	座標変換平均		
	X(m)	Y(m)	Z(m)
12.26-27	-3669783.820	3837653.433	-3512359.515
01.17-18	-3669756.979	3837489.137	-3512566.712
01.30-31	-3669781.922	3837660.180	-3512354.143
算術平均	27.307	220.060	118.048

5. 考察

安価なGPS機器を用いて、40時間以上の位置情報を取得する手法を構築した。しかし、得られた位置情報は、24時間平均を用いても極めて大きな誤差が含まれており、その要因を解明する必要がある。また、今後、GPS機器の設置場所の再検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 田原将孝 電子基準点を用いた地殻変動の解析, 高知工科大学, 2011年度学士論文
- 2) 高木方隆 国土を測る技術の基礎, 発行所日本測量協会, 発行 2012.04.05
- 3) GPS の NMEA フォーマット, 参照 URL (http://www.hiramine.com/physicalcomputing/genera/gps_nmeaformat.html), 2013.02.04