

小山 GPS 観測点のアンテナ交換に伴うオフセット量の推定

道家涼介^{*1}

Estimation of the offset parameter caused by antenna exchange of Oyama GPS station

by

Ryosuke DOKE^{*1}

1. はじめに

小山 GPS 観測点（観測点コード：OYAM）は、静岡県駿東郡小山町に位置する観測点で、2010 年に TOPCON 社製の NET-G3 受信機と CR-4 チョークリングアンテナを用いて観測を開始した観測点である（図 1、例えば、道家ほか、2018）。同観測点は、箱根火山の外輪山北麓の足柄峠付近に位置しており、同火山の地殻変動を把握する上で、北側の抑えとして重要な役割を果たしている（道家ほか、2014 など）。

同観測点における観測開始以降、落雷によるアンテナ故障などにより、現在までに 3 回のアンテナ交換を実施している（表 1）。アンテナ交換によるオフセット量を見積もり、補正を行うことは、箱根火山の観測・監視の観点に加え、長期間にわたる広域的な地殻変動を把握するうえでも重要である。本稿は、小山 GPS 観測点におけるアンテナ交換に起因するオフセット量を推定した結果について、資料として報告するものである。

2. 方法

オフセット量の推定方法は、道家（2018）で開成 GPS 観測点に適用した方法に基づき、アンテナ交換前後の各 10 日間の座標値の平均値の差をとり推定した。推定方法の詳細については、道家（2018）を参照されたい。3 回のアンテナ交換の内、2014 年 10 月 8 日に実施されたアンテナ交換については、同年 7 月末の落雷による故障が原因と考えられ、同年 7 月 31 日～10 月 7 日

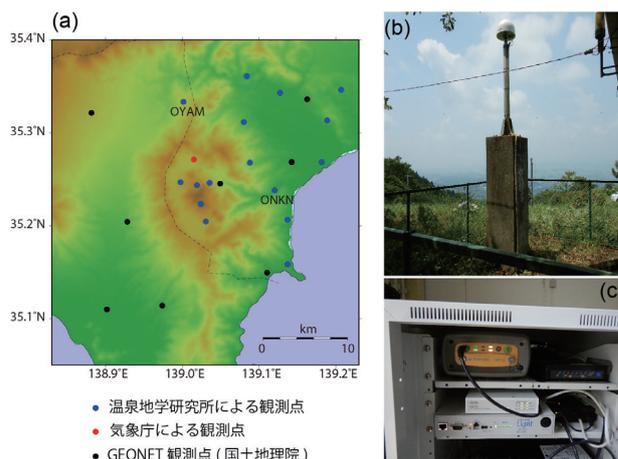


図 1 (a) 観測点位置図と (b) アンテナおよび (c) 受信機の設置の様子。

までの約 2 ヶ月間、観測データが得られていない。欠測の期間が長く、その間の地殻変動量は不明であることから、この交換によるオフセット量の推定は行わず、他の 2 回のアンテナ交換についてオフセット量の推定を行った。長期間の欠測がある場合のオフセットの補正については、今後の検討課題とするが、地殻変動の速度が一定であると仮定し、そのトレンドを考慮してオフセット量を求めるなどの方法が考えられる。どの程度の期間のトレンドをとるかなどは、データを使う研究の目的によっても変わることからも、ここでの補正は実施しなかった。

表 1 小山 GPS 観測点におけるアンテナ交換日とその詳細

交換日	交換前アンテナ機種	交換後アンテナ機種	交換事由
2014/10/8	TOPCON社製 CR4	TOPCON社製 PG-A1	落雷による故障
2017/5/29	TOPCON社製 PG-A1	TOPCON社製 CRG5-C	機器整備
2018/8/17	TOPCON社製 CRG5-C	TOPCON社製 CR4	落雷による故障

*1 神奈川県温泉地学研究所 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 586

報告, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第 50 巻, 65-68, 2018

表2 2017年5月29日のアンテナ交換前後の座標値

日付	局所平面座標系 *1			
	N (m)	E (m)	U (m)	基線長 (m)
2017/5/19	0.0007	-0.0037	0.0201	0.0205
2017/5/20	0.0014	-0.0023	0.0136	0.0138
2017/5/21	0.0003	0.0005	0.0071	0.0072
2017/5/22	0.0023	-0.0012	0.0095	0.0099
2017/5/23	0.0014	-0.0004	0.0178	0.0178
2017/5/24	0.0012	-0.0014	0.0076	0.0078
2017/5/25	0.0016	-0.0016	0.0030	0.0037
2017/5/26	0.0000	-0.0005	0.0057	0.0057
2017/5/27	0.0010	0.0009	0.0092	0.0093
2017/5/28	-0.0004	0.0007	0.0055	0.0056
2017/5/29	-0.0023	0.0086	0.0221	0.0238
2017/5/30	0.0002	0.0084	0.0350	0.0360
2017/5/31	-0.0023	0.0061	0.0290	0.0297
2017/6/1	-0.0074	0.0117	0.0287	0.0319
2017/6/2	-0.0014	0.0101	0.0473	0.0484
2017/6/3	-0.0014	0.0098	0.0254	0.0273
2017/6/4	-0.0008	0.0077	0.0290	0.0300
2017/6/5	-0.0025	0.0103	0.0296	0.0315
2017/6/6	-0.0014	0.0073	0.0336	0.0344
2017/6/7	0.0073	0.0026	0.0472	0.0478

*1 局所平面座標系における座標値は2017/4/1を基準として算出した相対的な座標変化を示す。

表3 2018年8月17日のアンテナ交換前後の座標値

日付	局所平面座標系 *1			
	N (m)	E (m)	U (m)	基線長 (m)
2018/8/2	-0.0007	0.0029	0.0144	0.0148
2018/8/3	-0.0056	0.0023	0.0155	0.0167
2018/8/4	-0.0021	0.0014	0.0074	0.0078
2018/8/5	-0.0048	0.0067	-0.0048	0.0096
2018/8/6	-0.0062	-0.0015	0.0198	0.0208
2018/8/7	-0.0068	0.0032	0.0167	0.0184
2018/8/8	-0.0067	0.0008	0.0001	0.0067
2018/8/9	-0.0047	0.0039	0.0111	0.0126
2018/8/10	-0.0052	0.0014	0.0160	0.0169
2018/8/11	-0.0020	0.0032	0.0220	0.0223
2018/8/18	0.0058	0.0303	-0.0109	0.0327
2018/8/19	0.0106	0.0293	-0.0220	0.0381
2018/8/22	0.0078	0.0319	-0.0333	0.0468
2018/8/23	-0.0017	0.0313	-0.0161	0.0352
2018/8/24	0.0042	0.0499	0.0174	0.0530
2018/8/28	0.0061	0.0325	-0.0328	0.0466
2018/8/29	0.0034	0.0285	-0.0032	0.0289
2018/8/30	0.0087	0.0300	-0.0161	0.0352
2018/8/31	0.0013	0.0379	0.0145	0.0406
2018/9/1	0.0024	0.0286	-0.0291	0.0409

*1 局所平面座標系における座標値は2017/4/1を基準として算出した相対的な座標変化を示す。2017/5/29のアンテナ交換によるオフセットは2018/8/11以前については、補正済み。

表4 アンテナ交換に伴うオフセット量

交換日	オフセット量 (m)					
	北向き成分	標準誤差	東向き成分	標準誤差	上向き成分	標準誤差
2017/5/29	-0.0031	±0.0008	0.0098	±0.0007	0.0212	±0.0030
2018/8/17	0.0094	±0.0015	0.0287	±0.0012	-0.0284	±0.0058

2017年5月29日のアンテナ交換については、2017年5月19日～同年5月28日をアンテナ交換前の観測データ、2017年5月29日～同年6月7日をアンテナ交換後の観測データとして抽出した(表2)。その際、2017年6月7日のデータについては、平均値±標準偏差×2の範囲を超えることから、外れ値と判断されたため平均値の算出から除外した。

2018年8月17日に行われたアンテナ交換では、2018年8月2日～8月11日をアンテナ交換前の観測データ、2018年8月18～19日、22～24日、28日～9月1日をアンテナ交換後のデータとして抽出した(表3)。アンテナ交換日後のデータに欠測があるのは、

衛星の受信数が少なく座標値が得られなかった日があるためである。平均値の算出に当たっては、外れ値と判断された2018年8月24日のデータを除外した。

以上のデータを用いて、2回のアンテナ交換に対し、アンテナ交換日の前後の座標平均値の差から、アンテナのオフセット量を求めた。なお、表3のアンテナ交換前の値は2017年5月29日のアンテナ交換によるオフセットは補正済みであるが、アンテナ交換日以降は、同オフセットは未適用であり、アンテナ機種の変更に伴う位相特性のみを補正している。そのため、得られるオフセット値は、2018年8月17日に生じたオフセットではなく、オフセット未適用の状態からの累積のオフセッ

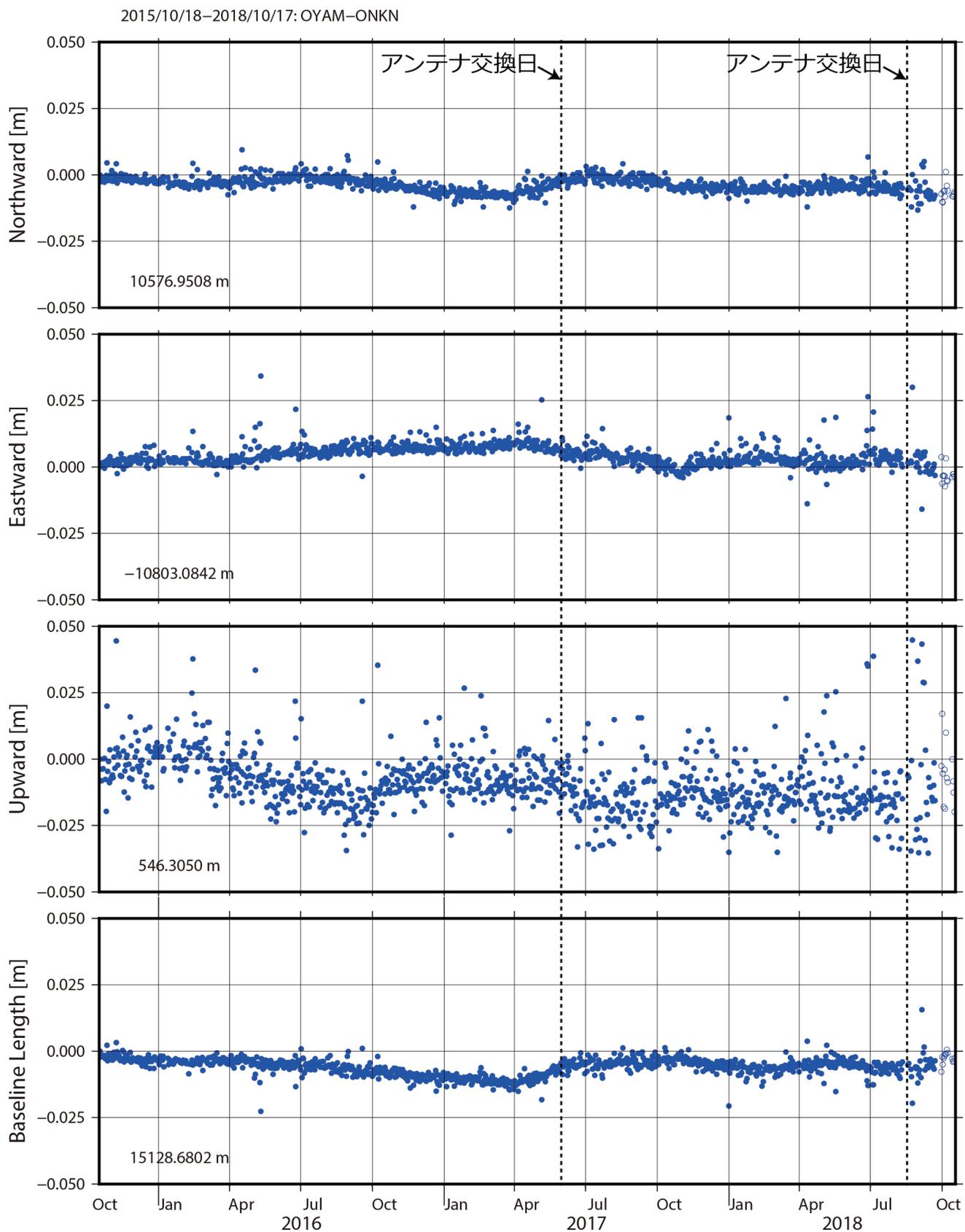


図2 小山観測点 (OYAM) における時系列グラフ。上から順に、温泉地学研究所屋上の観測点 (ONKN) を固定とした場合の、北向き、東向き、上向きの距離および基線長の変化を示す。グラフ中の数字は、グラフの縦軸の値が0の時の距離の値を示す。表示期間は2015年10月18日～2018年10月17日。

ト量（実際の解析時に必要となる値）となることに留意されたい。

3. 計算結果とルーチン解析システムへの反映

小山 GPS 観測点の 2 回のアンテナ交換によるオフセット量の推定値を表 4 に示す。なお、推定されたオフセット量は、アンテナの種類が変わったことによる位相特性の変化を考慮した上でのオフセット量であり、位相特性の変化は、ベルン大学から配布されているアンテナ位相特性ファイルを用いて補正している。このため、位相特性を考慮しない場合や異なる位相情報が適用された場合、その他の解析条件が異なる解析が行われた場合には、推定されるオフセット量は表 4 のものとは異なる。したがって、表 4 に示したオフセット量は、温泉地学研究所におけるルーチン解析（道家ほか、2013；Doke *et al.*、2018）の設定と同じ条件でのみ使用できる値であることに留意されたい。このオフセット量を Bernese ソフトウェア（Dach *et al.*、2007）の観測点情報ファイルに入力し、2017 年 5 月 29 日以降のデータを再解析したところ、アンテナ交換の前後で顕著なステップ状の変化を伴うことのない、連続的な変位のデータを得ることができた（図 2）。

4. まとめ

本稿では、静岡県駿東郡小山町にある小山 GPS 観測点について、アンテナ交換に伴うオフセット量の推定結果を報告した。これにより、ステップのない連続的な地殻変動のデータを得ることが可能となった。また、2014 年 10 月 8 日に行われたアンテナ交換については、データの欠測が長いことからオフセット量の推定は未実施である。今後、データを使用する研究の目的に合わせて、オフセットの補正が必要となるであろう。加えて、このようなアンテナの故障に起因するアンテナ交換は、オフセット量推定の観点から、故障発覚後すぐに代替のアンテナに交換するのが望ましいと言える。

謝辞

2 名の査読者のコメントにより、本稿は改善されました。小山 GPS 観測点の維持・管理については、原田昌武主任研究員に依るところが大きく、ここに記して感謝します。

参考文献

- Dach R., Hugentobler U., Fridez P., Meindl M. (2007) Bernese GPS Software Version 5.0, Astronomical Inst. Univ. Bern.
- 道家涼介（2018）開成 GPS 観測点の移設に伴う移動量の推定，神奈川県温泉地学研究所報告，50，投稿中。
- 道家涼介・原田昌武・宮岡一樹・里村幹夫（2013）神奈川県を対象とした Bernese による GPS 統合解析表示システムの構築，神奈川県温泉地学研究所報告，45，63-70.
- 道家涼介・原田昌武・里村幹夫（2014）空間的に均質な歪場の推定手法 - Nearest Neighbor 法による試み - ，神奈川県温泉地学研究所報告，46，21-26.
- 道家涼介・原田昌武・板寺一洋（2018）神奈川県西部地域における 2017（平成 29）年の地殻変動観測結果，神奈川県温泉地学研究所観測だより，68，38-46.
- Doke R, Harada M, Miyaoka K (2018) GNSS Observation and Monitoring of the Hakone Volcano and the 2015 Unrest. *J Disaster Res* 13:526–534. doi: 10.20965/jdr.2018.p0526