

温泉地学研究所観測点の更新について

本多 亮・安部祐希・栗原 亮（神奈川県温泉地学研究所）

はじめに

神奈川県温泉地学研究所（以下当所）は 1960 年代から箱根地域で地震観測を開始し、その後神奈川県西部地震や箱根の火山活動の調査研究や監視を目的として県西部地域に地震・地殻変動観測網を展開しています（図 1）。2001（平成 13）年の箱根の群発地震活動、2011（平成 23）年の東北地方太平洋沖地震や 2015（平成 27）年の箱根水蒸気噴火など、大きなイベントが発生するたびに、観測網の見直しや更新、新規観測点の設置が行われてきました（例えば、本多ほか、2012；本多・行竹、2015）。しかし、ボアホール型傾斜計のように購入・設置に多額の予算が必要な機器については故障するまで更新が認められないこともあり、なかなか機器更新を行うことができませんでした。そんな中、2018（平成 30）年に小塚山地震・傾斜観測点のセンサーが故障したため、緊急にセンサーなどの入れ替え

を実施しました。その後、令和元年度に「地震観測網更新整備事業」が立ち上がり、裾野観測点（2019（令和元）年）、塔の峰観測点（2021（令和 3）年）、寄観測点（2023（令和 5）年）の更新が実施されました（本多、2021, 2023）。この事業では、当初は地震・傾斜観測点の更新のみを予定していましたが、長期的・計画的な観測網の更新をめざして延長され、2024（令和 6）年度は、地表型地震観測点および GNSS 観測点の更新を進めました。

本稿では、2023（令和 5）年度に実施した寄観測点の更新の内容も含めて紹介します。

寄観測点の更新

寄観測点は神奈川県松田町寄にある観測点で、塔の峰観測点、岩倉観測点や裾野観測点などと同様に観測小屋のなかにデータ収録装置などが設置されています（写真 1）。裾野観測点や塔の峰観測点の更新の際に

は、ボアホールの底に設置されているセンサーが抜けない、あるいは設置時にセンサーが着底しないなどのトラブルがあったため、寄観測点の工事では本番に先立ってダミーの設置ケースを孔底までおろす「通り試験」を 2023（令和 5）年 9 月 19～21 日に実施（写真 2）し、現在設置されている設置ケースの位置まで地震傾斜計を下す作業に支障がないことをあらかじめ確認しました。2019（令和元）年の裾野観測点の更新では、ダミー通り試験で問題なかったにもかかわらず本番では設置ケース内のわずかな変形によって、センサーが孔底に着底できませんでした。この原因の一つとしてダミーが変形して孔の曲がりがあっても通過してしまった可能性が考えられます。今回はその教訓から、実際のセンサー入れ替え作業（2024（令和 6）年 3 月 11～15 日に実施）のときにも、既設観測機材を引き上げた後に、実機と同様の寸法と材質の



写真 1 寄観測点外観



写真 2 ダミー投入試験の様子

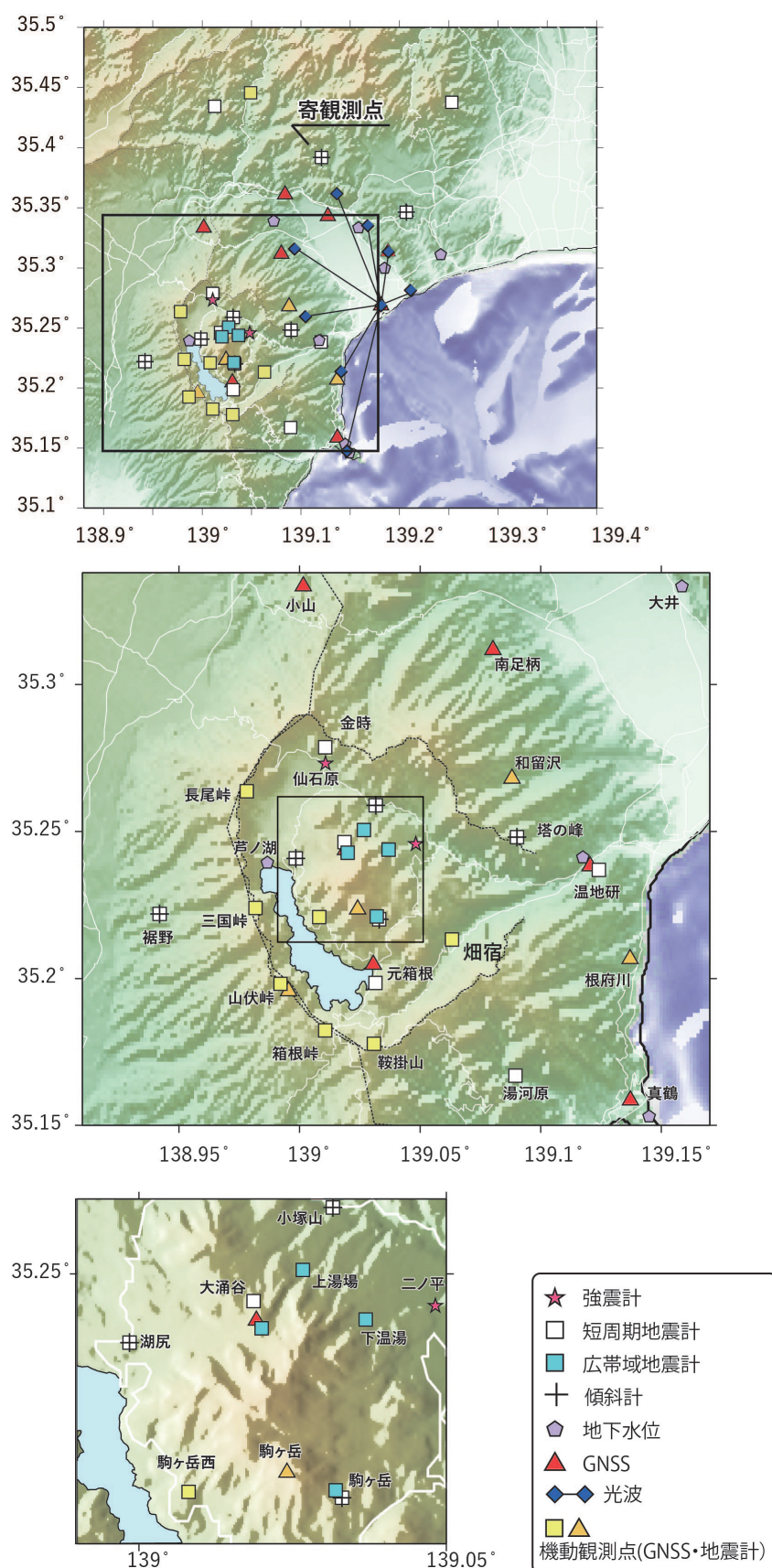


図1 観測点分布図（上：広域・中：箱根・下：箱根中央火口丘）

ダミーを使って設置ケース内部まで含めて通り試験を実施しました。実機の設置工事は特に大きな問題も発生せず、予定通り終了することができました。データも工事直後から正常に送信されています（図2）。新たに設置した地震・傾斜計は、極東貿易株式会社のJTS-33、テレメータ装置は、明星電気株式会社のVLP1019です。各機器の感度や設定値は表1、2に示してあります。センサー、テレメータといった観測機器のほか、耐雷トランス、UPS、保安基盤、ブレーカーなどもすべて更新しています。

地表設置型地震観測点の更新

2024（令和6）年度は金時・元箱根・大涌谷・湯河原の各観測点の更新を行いました（写真3、4、5）。寄観測点と同様に観測機器（速度計、加速度計、テレメータ装置）に加え、耐雷トランスや保安基盤など、筐体と地震計台を除くすべての構成機器を更新しました。設置した速度計は東京測振製SM-800A、強震計は日本システム工業製JEP-10A3W-1です。テレメータ装置はボアホール観測点と同様に明星電気製VLP1019を採用しました。センサー感度などの情報は表3、4にまとめました。

図3～6に観測点ごとのRMS振幅を載せてあります。昼の時間帯に振幅が大きくなるのは、人間の活動による人工的な雑音が増えるためです。湯河原観測点では、更新直後から振幅が大きくなっていたため後日確認を行ったところ、地震計の固定が十分でなかったことが分かりました。これを修正したところ、更新前と同程度の振幅に落ち着きました。その他の観測点では機器更新を実施した時間帯を除き、更新前後でほぼ同程度の振幅であることから、正常に観測できていると思われます。

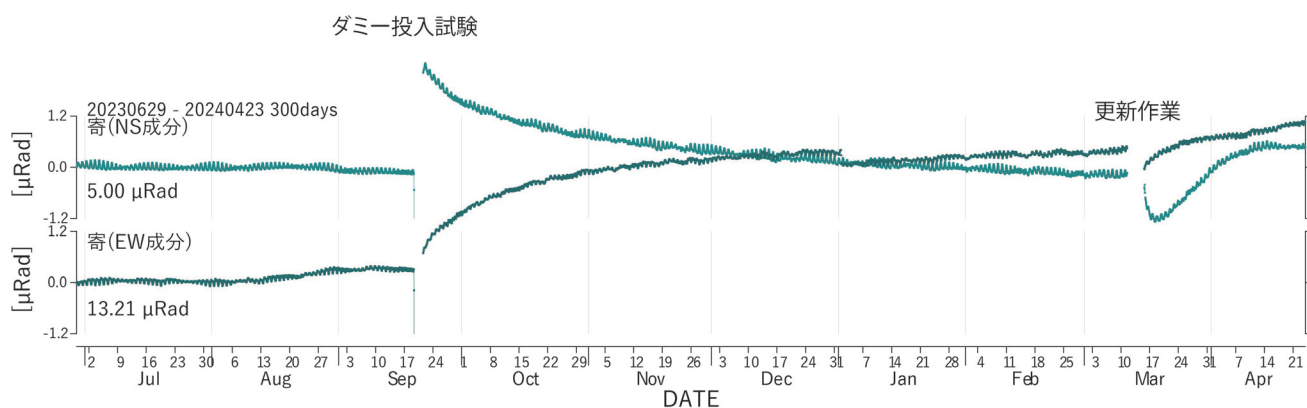


図2 寄観測点の傾斜変動

9月と3月の変動は、ダミー投入試験及びセンサー更新に伴うものです。



写真3 元箱根観測点のキュービクル内の様子



写真4 元箱根観測点の地震計台の様子



写真5 湯河原観測点の地下ピット内の様子



写真6 GNSS 南足柄観測点の様子。

GNSS 観測点の更新

地面のゆっくりした変動を観測するGNSS観測点は、AC電源で稼働する定常観測点と太陽光パネルとバッテリーで稼働する機動観測点に区

別されます。2024年度は4つの定常観測点（曾我谷津・南足柄・元箱根・開成）と2つの機動観測点（駒ヶ岳・山伏峠）を更新しました。写真6に南足柄観測点の様子を示します。データ転送は、定常点において

は地震観測点などと同様にNTT東日本の広域イーサネットサービス（ビジネスイーサワイド）を利用し、機動観測点については4Gモバイル通信を用います（表5）。いずれの観測点でも更新作業は問題なく終了

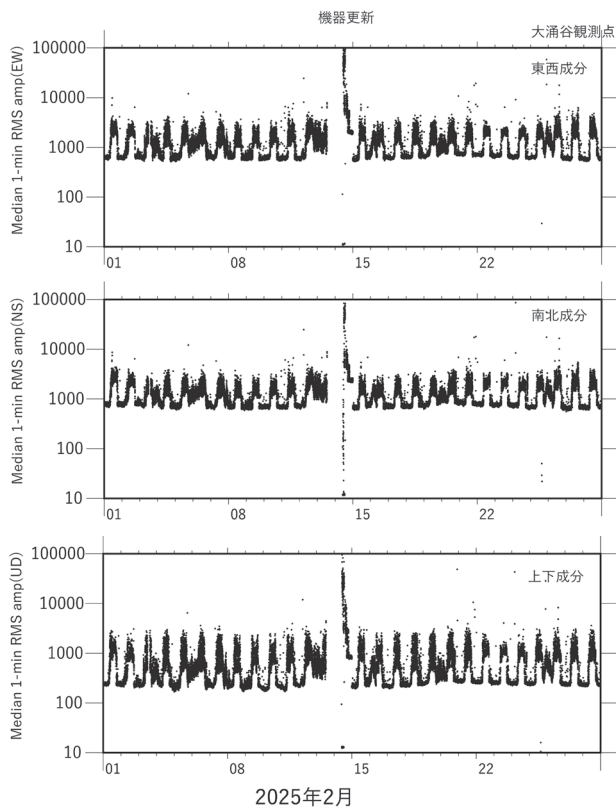


図3 大涌谷観測点のRMS 振幅（上：東西成分、中：南北成分、下：上下成分）

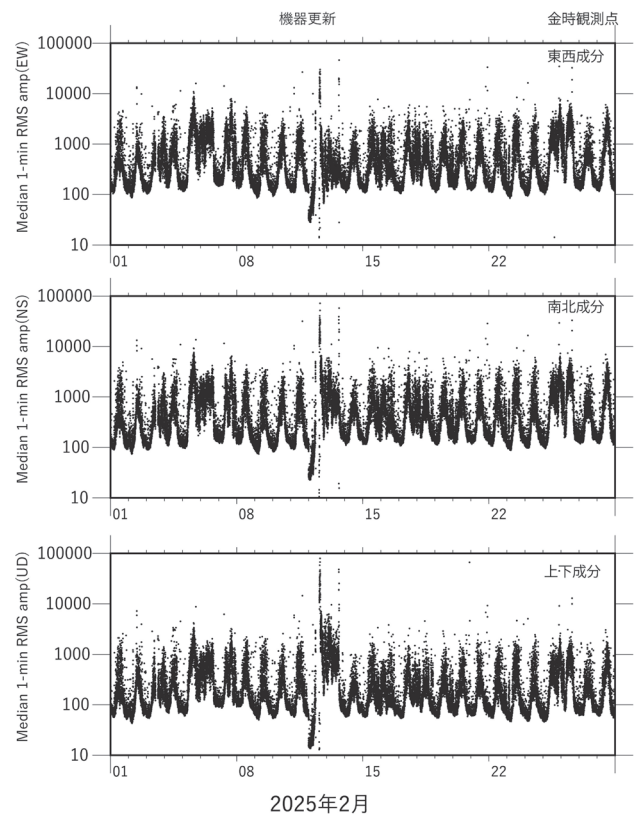


図4 金時観測点のRMS 振幅（上：東西成分、中：南北成分、下：上下成分）

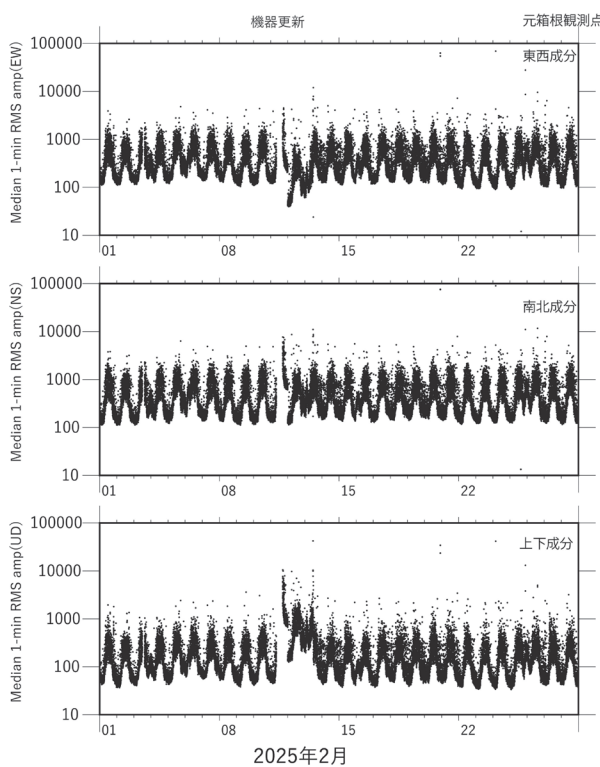


図5 元箱根観測点のRMS 振幅（上：東西成分、中：南北成分、下：上下成分）

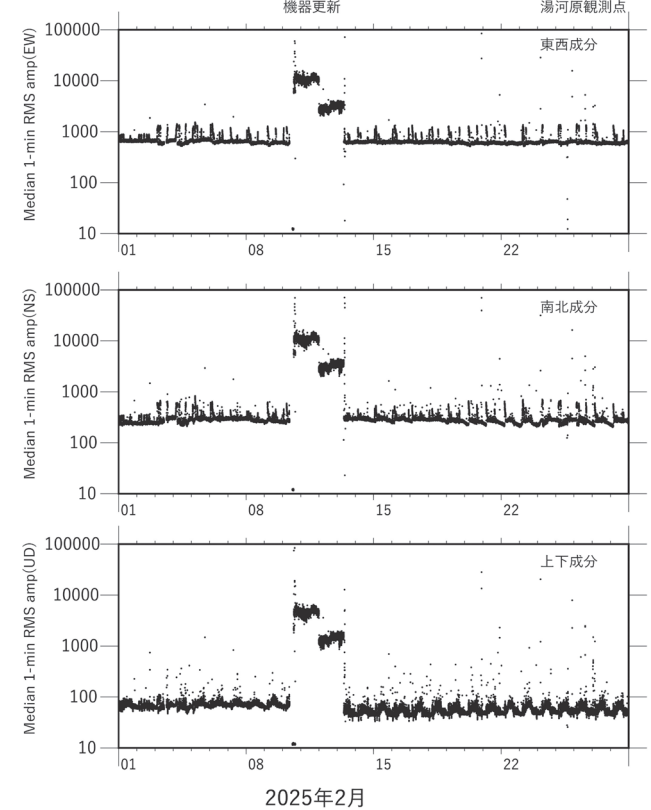


図6 湯河原観測点のRMS 振幅（上：東西成分、中：南北成分、下：上下成分）地震計更新時に固定が十分でなかったために、機器更新直後の二日間は明らかに振幅が大きくなっている。固定しなおしたところ、更新前と同程度の振幅に落ち着いた。

表 1 寄観測点のテレメータ装置のパラメータ

型式	VLP1019	チャンネル増設ユニット(VCE1061)			
分解能	24bit				
ゲイン	2倍				
物理換算値	5.96046E-07 V/digit				
入力電圧	±10V				
VLP1019			VCE1061		
ch	成分	サンプリング	ch	成分	サンプリング
1	速度UD	200	5	傾斜NS	1
2	速度NS	200	6	傾斜EW	1
3	速度EW	200	7	地中温度	1
4	—		8	—	
接点 雨量					

表 2 寄観測点の地震傾斜計のセンサー感度等

極東貿易株式会社製地震傾斜計 JTS-33		
傾斜計	出力感度	振動数特性
	20.19mV/μRad (N下がりで+)	DC～5.0Hz
	20.40mV/μRad (E下がりで+)	DC～5.0Hz
地震計	出力感度	固有振動数
	160.6V/(m/s) (N方向+)	0.98Hz
	162.5V/(m/s) (E方向+)	1.02Hz
	166.2V/(m/s) (U方向+)	1.05 Hz
孔底温度計	出力感度	測定範囲
	0.1429V/°C (7°C/V)	0～70°C

表 3 地表設置型地震観測点のセンサー感度等

東京測振		速度型地震計	日本システム工業	地上検出器（強震計）		
SM-800A			JEP-10A3W-1	入力電圧±12V		
観測点	成分	出力感度	固有周期	出力感度	振動数特性	測定範囲
金時	NS	208 V/(m/s)	1.02	0.102 V/(m/s/s)	DC～450Hz	± 60 (m/s/s)
	EW	201.5 V/(m/s)	0.97	0.102 V/(m/s/s)	DC～450Hz	± 60 (m/s/s)
	UD	199.4 V/(m/s)	0.97	0.102 V/(m/s/s)	DC～450Hz	± 50 (m/s/s)
大涌谷	NS	209.1 V/(m/s)	1.01	0.102 V/(m/s/s)	DC～450Hz	± 60 (m/s/s)
	EW	208.1 V/(m/s)	1.05	0.102 V/(m/s/s)	DC～450Hz	± 60 (m/s/s)
	UD	199.2 V/(m/s)	1.03	0.102 V/(m/s/s)	DC～450Hz	± 50 (m/s/s)
元箱根	NS	201.2 V/(m/s)	1.03	0.102 V/(m/s/s)	DC～450Hz	± 60 (m/s/s)
	EW	205.9 V/(m/s)	0.99	0.102 V/(m/s/s)	DC～450Hz	± 60 (m/s/s)
	UD	201.7 V/(m/s)	1.01	0.102 V/(m/s/s)	DC～450Hz	± 50 (m/s/s)
湯河原	NS	203.1 V/(m/s)	0.96	0.102 V/(m/s/s)	DC～450Hz	± 60 (m/s/s)
	EW	204.6 V/(m/s)	1.02	0.102 V/(m/s/s)	DC～450Hz	± 60 (m/s/s)
	UD	202.1 V/(m/s)	1.08	0.102 V/(m/s/s)	DC～450Hz	± 50 (m/s/s)

しました。ただし元箱根観測点においては、新たな観測用筐体を設置する際に古い筐体から光ケーブルを引き抜く必要がありましたが、NTTの光回線の工事とのタイミングが合わず、現在はオフラインの状態です。そのため、3月末時点でデータの転送ができていません。光回線の復旧は2025年5月ごろを予定しています。

おわりに

2024（令和6）年度は予定通りに地震・GNSS観測点の更新を実施することができました。今後も引き続き観測網の更新を実施していく予定となっており、2025（令和7）年度は、5か所のGNSS観測点（大涌谷、真鶴、和留沢、小山、根府川）と4か所の地震観測点（岩倉、日向、大又沢、温地研）を更新する予定です。

謝辞

観測装置を設置させていただいている関係機関の方々に、この場を借りてお礼申し上げます。

表 4 地表設置型地震観測点テレメータのパラメータ

明星電気株式会社製　テレメータ装置

型式	VLP1019	チャンネル増設ユニット(VCE1061)			
分解能	24bit				
ゲイン	2倍				
物理換算値	5.96046E-07 V/digit				
入力電圧	±10V				

VLP1019			VCE1061		
ch	成分	サンプリング	ch	成分	サンプリング
1	速度UD	200	5	加速度UD	200
2	速度NS	200	6	加速度NS	200
3	速度EW	200	7	加速度EW	200
4	—		8	—	

表 5 地表設置型地震観測点テレメータのパラメータ

	定常観測点	機動観測点
受信機	Septentrio	ENABLER GEM-5UB
アンテナ	PolaNt ChokeRing B3/E6	PolaNt_x_MF.v2
受信可能チャンネル	544	544
対応衛星	GPS,GLONASS, Galileo,BeiDou,NavIC,QZSS	GPS,GLONASS
電力	商用電源	太陽光パネル 出力電圧12V 最大電力 32W
通信方法	NTT東日本 光回線	LTE通信

参考文献

本多亮・伊東 博・行竹洋平・原田昌武・代田 寧・板寺一洋・宮岡一樹（2012）箱根の新たな強震観測点について，44, 63-66, 湿地研報告

本多亮・行竹洋平（2015）2015（平成 27）年度に実施した広帯域地震観測点及び機動地震観測点の整備について，47, 31-40, 湿地研報告

本多亮（2021）小塚山・裾野観測点におけるボアホール型地震・傾斜計更新について，71, 23-26, 観測だより

本多亮（2023）塔の峰観測点におけるボアホール型地震・傾斜計の更新について，73, 19-22, 観測だより