

北海道大学弟子屈観測所の超伝導重力計で得られた地震帯域の記録例 (2018年11月から2019年2月)

名和一成(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門)

岡田和見・山口照寛・高橋浩晃(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

はじめに

北海道東部のカルデラ・火山地域において高時空間分解能重力モニタリングを実施する目的で、2018年11月から北大弟子屈観測所においてiGrav型超伝導重力計(#017)による連続観測を開始した。米国テキサス州および北海道・苫小牧サイトのCCSプロジェクトで使用していた当該重力計を、同年9月に一時的に北大南新川観測所へ移設し、その後、積雪期に入る前のタイミングで南新川から弟子屈観測所へ移設した。各観測点への移設・観測の状況については名和ほか(2019)を参照していただきたい。本稿では、超伝導重力計 iGrav-017 の地震帯域の観測波形を例示する。

地震波形例

超伝導重力計 iGrav-017 はサンプリング間隔 1 秒でデータ収録している。数秒から数時間の地震帯域、数日から月、年、年々変化の測地帯域まで、非常に広い周期帯の信号を高分解能で記録できる。ここでは、北海道大学弟子屈観測所における観測開始から数か月間に発生した遠地のイベントの波形を数例示す。iGrav-017 の収録システムは TSF 形式の記録フォーマット(テキストデータ)を採用している。ここでは、デフォルトで TSF 形式を読み込み可能な Tsoft (Van Camp and Vauterin, 2005)を使用して処理した結果を示す。

図1に示す波形は、マダガスカル島北方域が震源と考えられるM5クラスのイベントで、火山起源と推定されている周期20秒程度の単色振動記録である(例えば、村上ほか, 2019, 本報告書)。本イベントが含まれる11月11日の観測データは、まだ移設後間もない調整期間中(ただし、RUNモードで測定)であったため、後述の地殻変動データベースには登録していない。図2と図3は期間中発生した大地震(M7クラス)の波形例である。これらの遠地地震記録は Medium feedback モードで測定したものである。

短周期気圧変化と相関する振動波形例

iGrav-017 のデータに 5 - 50 mHz (20 - 200 s)のバンドパスフィルターをかけて波形を眺めると、時折、継続時間が数時間が数時間にも及ぶ振幅 1μ Gal以下の微弱な振動が記録されていることに気がついた。そのような振動が生じているときは、同時に気圧も同様なパターンで変動している(図4)。この時間帯において、弟子屈観測所の横坑内に設置された各種観測機器でも同様な波形が記録されている(図6)。今後、多原理のセンサーの観測データから、この地域の火山性あるいはカルデラ湖起源の信号を抽出、解析していきたいと考えている。

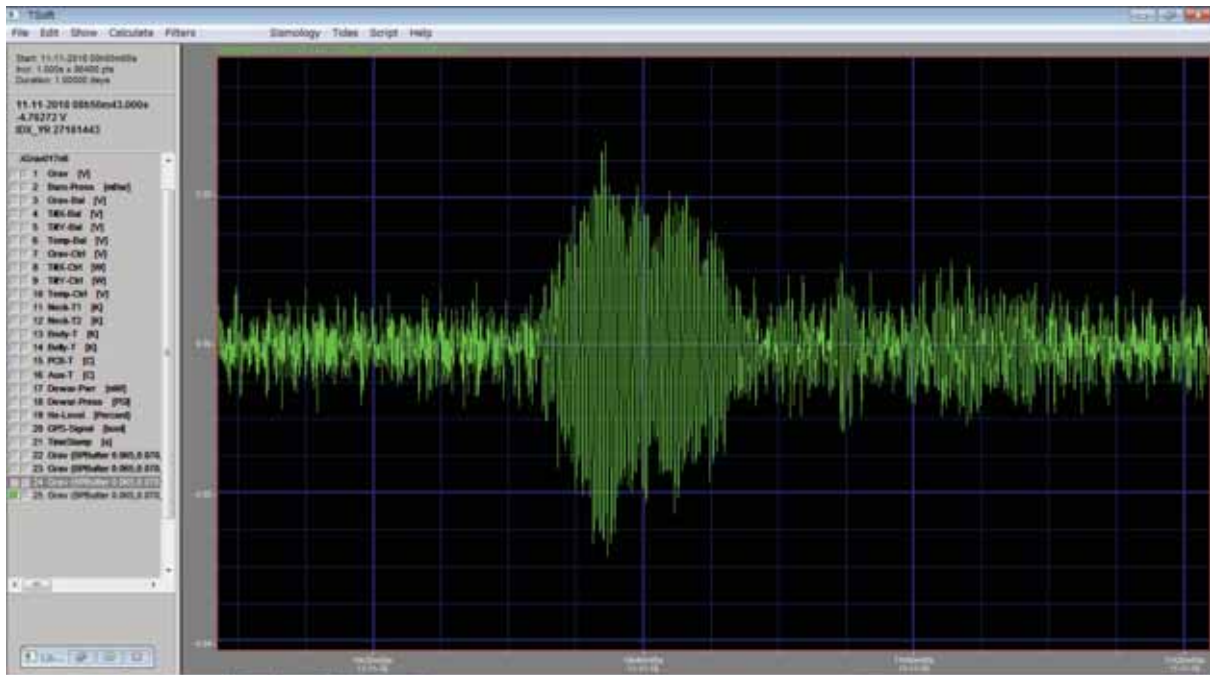


図 1: 2018 年 11 月 11 日 10:30 UTC 頃, 1 秒サンプリングデータに 65 - 70 mHz のバンドパスフィルターをかけた。

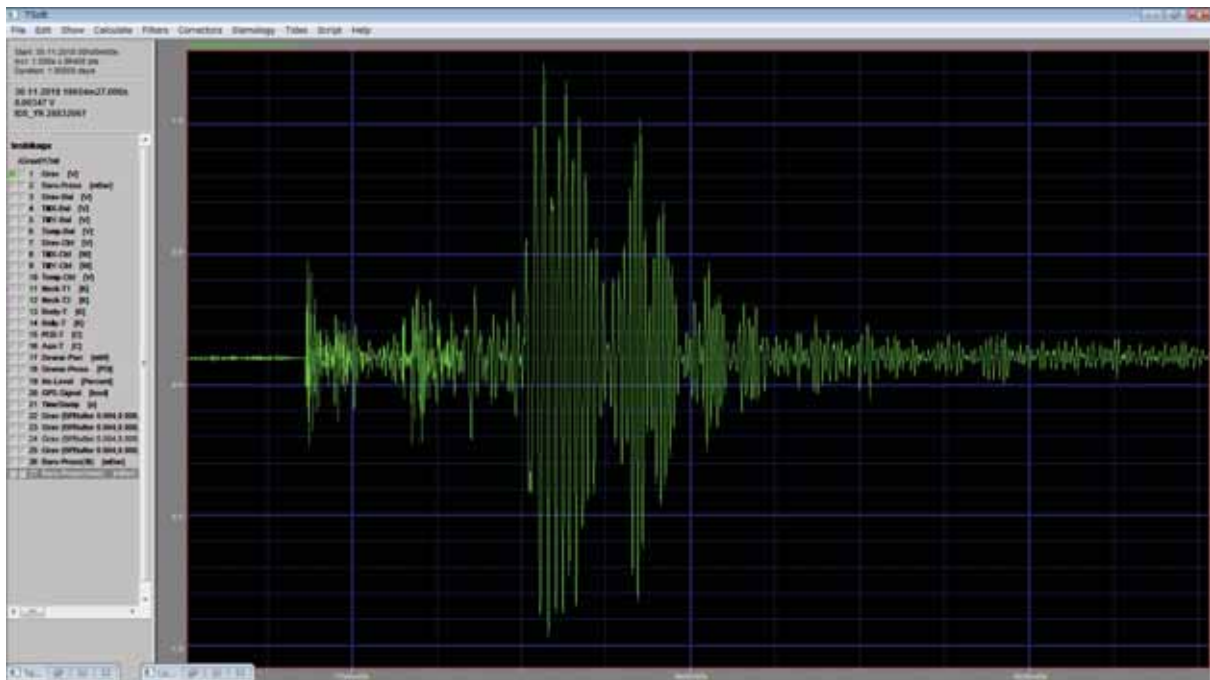


図 2: 2018 年 11 月 30 日 17:29UTC 頃発生したアンカレッジの地震(Mw7.0). 1 秒サンプリングデータに 4 - 8 mHz のバンドパスフィルターをかけた。

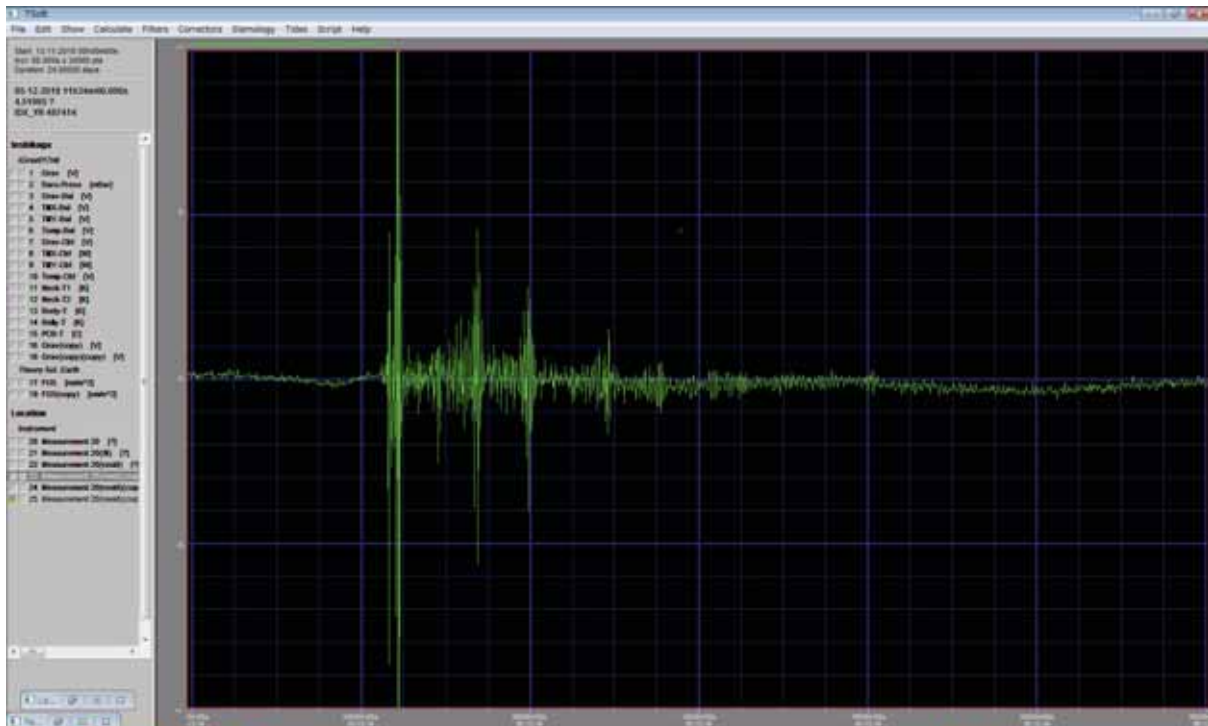


図3： 期間中最大クラスの地震。2018年12月5日4:18UTC頃発生したニューカレドニアの地震(Mw7.5). 1秒データを60秒間隔にリサンプリングして地球潮汐成分を差し引いた。地震波到着前や10数時間後に見える波形の揺らぎは、気圧変化の影響である。

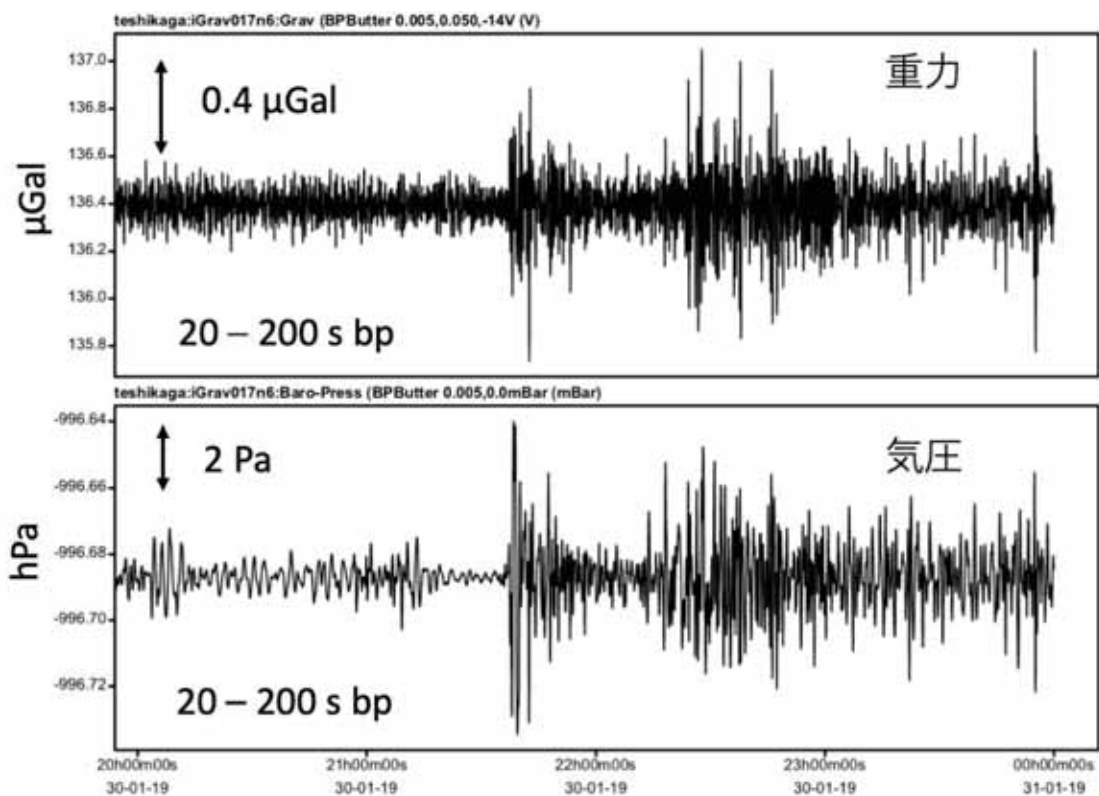


図4：気圧変化と相関する重力変化の例。約4時間長の5 - 50 mHz 帯域のバンドパス波形。

北海道大学地殻変動データベースへの登録

図5はすでに北大地殻変動データベース(山口ほか, 2010)に登録済みの iGrav-017 の重力と気圧データを示す. サンプル間隔 1 秒の観測データを登録しているが, サンプル間隔を AUTO に設定してデータを読み出すと, データ長に応じたサンプル間隔にリサンプリングして表示される(図5の場合は1時間:1/3600Hz). 弟子屈観測所に移設する前の南新川観測所では頻繁にオフセットが生じているが, 胆振東部地震の余震による影響と, それに伴うゼロ点調整によるものである(名和ほか, 2019). 弟子屈観測所に移設後は, (2 月末現在)大きな地震によるオフセットが生じることもなく, データ取得を継続している.

図6は, 北海道大学が維持管理している弟子屈観測所の各観測機器のデータを, 図4で示した時間帯に合わせて表示させた. STS-1 データについては, 超伝導重力計データを登録した機会に合わせて, リアルタイムでデータベース登録するようにした. 一方, 超伝導重力計 iGrav-017 については, 半月から1ヶ月遅れで手動で登録している.

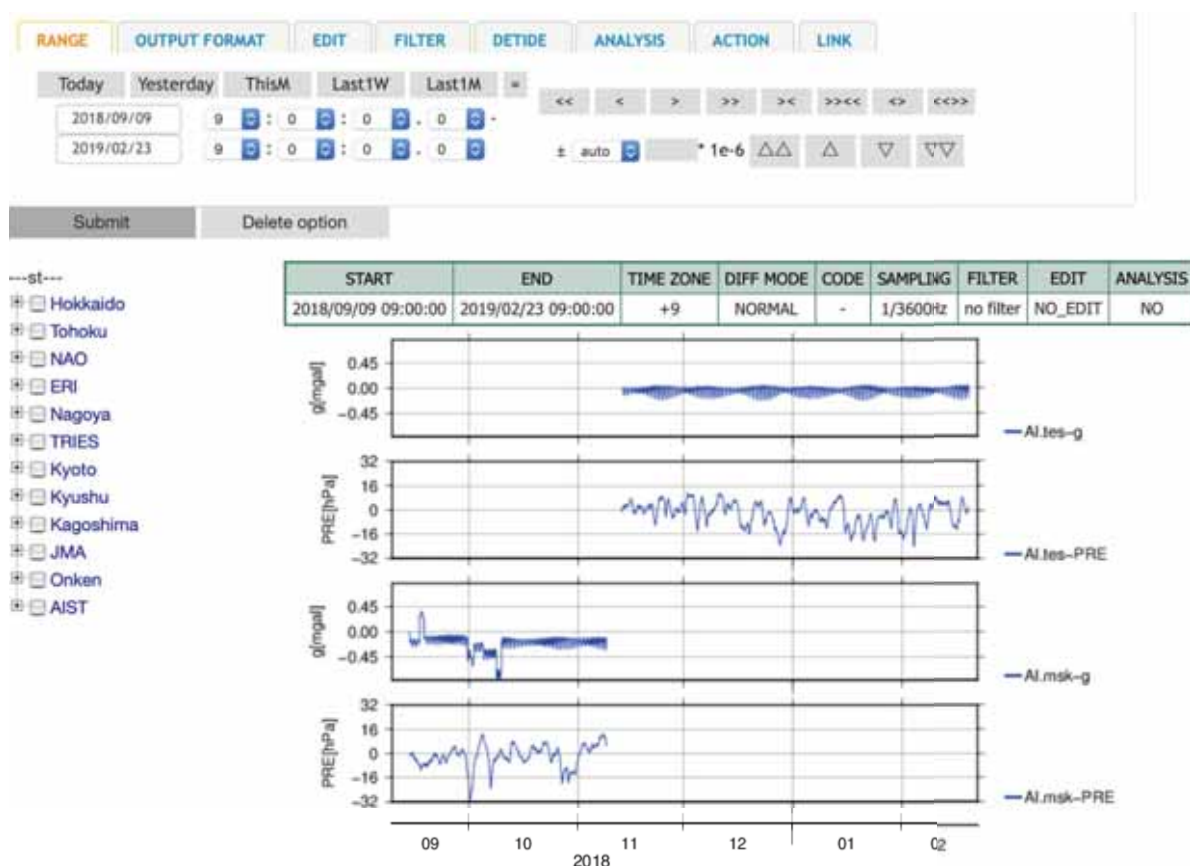


図5:北海道大学地殻変動データベースに登録した iGrav 型超伝導重力計(#017)の観測データ. 上2段が弟子屈観測所の重力・気圧データ, 下2段が南新川観測所の重力・気圧データを示す.

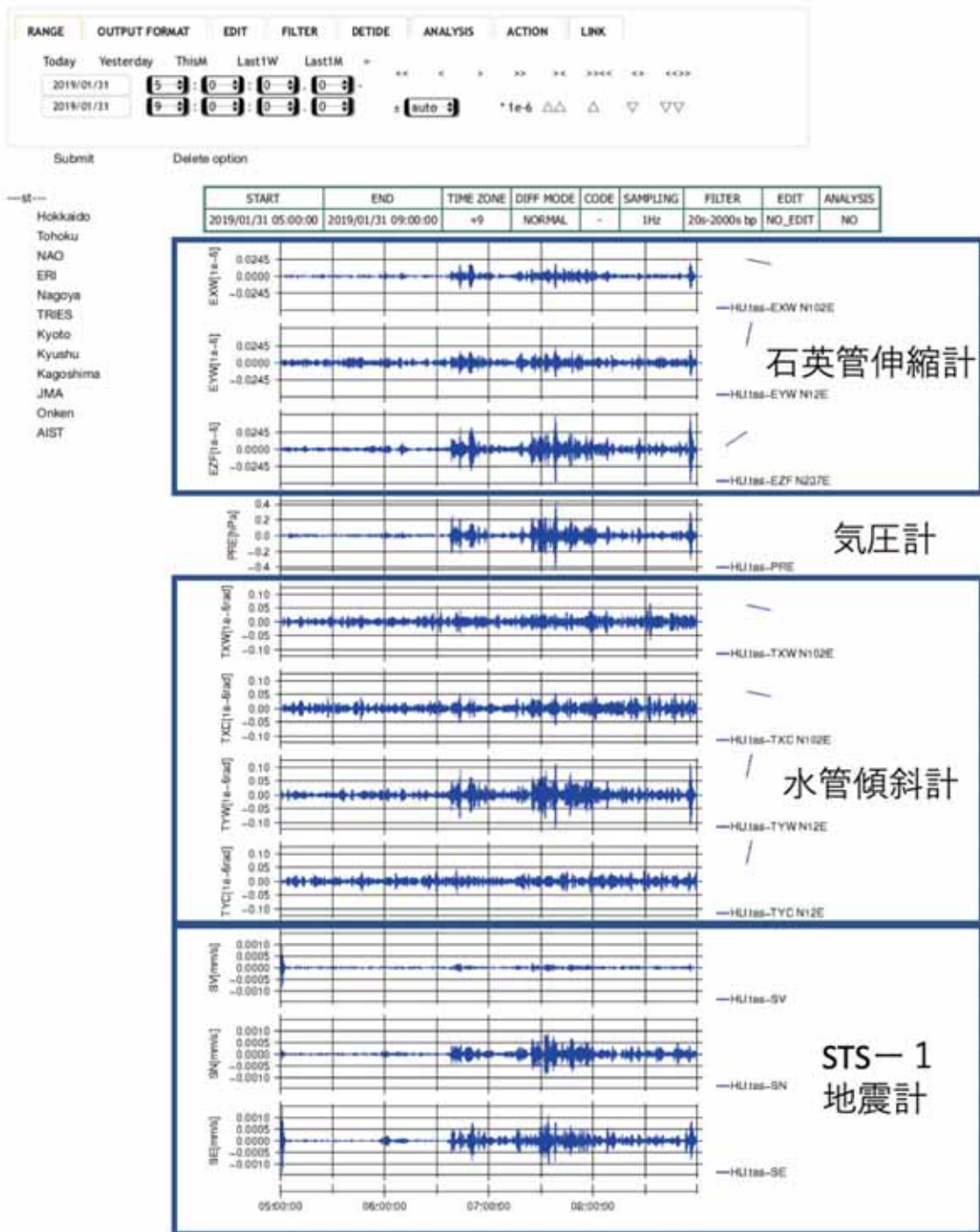


図6:北海道大学地殻変動データベースで表示した弟子屈観測所の各観測機器の4時間長のバンドパス波形. バンドパスフィルターは予め設定されているメニューから 20-2000s の帯域を選択した. 時刻はJST で表示されているが, UTC 時刻表示の図4の期間と対応している.

おわりに

超伝導重力計データは非常に広い周波数帯域で活用可能である。弟子屈の iGrav-017 データは、ひずみ計や傾斜計、広帯域地震計データとも比較できるよう、引き続き北海道大学地殻変動データベースに登録していく。H30 年度第2回地殻活動研究委員会において予察的な結果を報告したように、蓄積したデータを使用して測地帯域の重力残差解析も進めているが、その詳細は別の機会(JpGU2019 など)に報告する。

参考文献

- 村上理・田中俊行・浅井康広, 2018 年 11 月 11 日に発生した極めて monotonic な地震波の東濃地震科学研究所における観測, 東濃地震科学研究所報告, Seq. 42 (本報告書), 2019.
- 名和一成・池田博・岡田和見・高橋浩晃・岡大輔, iGrav 型超伝導重力計(#017)の道東カルデラ火山地域への移設—苫小牧から札幌・南新川を経て弟子屈へ—, 北海道大学地球物理学研究報告, 投稿中, 2019.
- Van Camp, M., and Vauterin, P., Tsoft: graphical and interactive software for the analysis of time series and Earth tides, Computers & Geosciences, 31(5) 631-640, 2005.
- 山口照寛・笠原稔・高橋浩晃・岡山宗夫・高田真秀・一柳昌義, 地殻変動データベースシステムの開発, 測地学会誌, 56, 46-57, 2010.