

### 3. 2 位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発（白山工業）

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務題目

課題 B2-2 火山観測に必要な新たな観測技術の開発

「位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発」

##### (b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
白山工業株式会社基盤開発部	部長	平山義治	hirayama@hakusan.co.jp
	副部長	池田敏晴	
白山工業株式会社防災ソリューション部		安藤 浩	
京都大学防災研究所	准教授	中道治久	nakamiti@svo.dpri.kyoto-u.ac.jp
東京工業大学工学院	准教授	水谷義弘	

##### (c) 業務の目的

課題責任機関（京都大学）と連携して、本業務を推進し遂行するための準備をするとともに、平成 30 年度に作成したものと同様の 3 成分センサを 1 セット作成し、平成 30 年度に作成したセンサユニット 2 セットと合わせて、日本で最も活発な火山である桜島で三角形アレイを構築して火山観測を行う。

本委託業務で得られた成果は、光センサシステムを火山のモニタリングシステムとして実用的に使用できることになる。この光センサシステムの利点を考えれば、上記に示したように、海底火山のモニタリングへの展開が一番に考えられるし、また 200 °C 程度であれば、地中深部観測にも有効な展開ができると考えられる。このシステムが気象庁や火山研究機関などのユーザーに広く利用されるように、ニーズの調査を行い、要素技術の改良点の抽出・把握や必要に応じた改良及び転用技術の開発に向けた情報収集を行う。また、これらの機関の火山観測システムの次回更新時に導入されるように働きかけるとともに、導入する機関向けの開発研究を実施すべきか関係者と検討を行う。

##### (d) 10 か年の年次実施計画

#### 平成 28 年度：

現在活動中の桜島において、位相シフト光パルス干渉法を用いた観測装置（以下、「光センサシステム」という。）を投入して順調に火山観測を行い、火山性地震および火山性微動、構造探査人工地震のデータを取得した。本計画では光センサシステムを実際の火山観測に投入し、運用することを通してフィージビリティスタディを行い、光センサシステムを用いた火山観測の実用化に向けたノウハウを蓄積した。

光センサシステムは 11 月 11 日から 12 月 8 日までの 26 日間連続運用され、その間に 70 回の地震イベント（火山性地震および火山性微動を含む）と 14 回の人工地震を記録するこ

とができた。これらの記録はこれまで火山観測で用いられてきた地震観測システムと同等の質を示し、基礎的な火山学的解析にも用いることが可能であることが本事業で検証された。

#### 平成29年度：

現在活動中の浅間山において、光センサシステムを投入して火山観測を行い、火山性地震および火山性微動、自然地震のデータを取得した。

光センサシステムで1か月以上のシステム安定性の検証と、昨年課題として現れた、耐雷性およびバイアス電圧ジャンプにともなう欠測現象の低減の検証のため、光センサシステムで2017年9月13日から2018年1月8日まで連続観測を行った。結果、観測期間中に計52回の火山性地震および火山性微動イベントを記録することができた。途中、雷サージ防止版の設置及びバイアスジャンプ対策のために10月12日にいったん会社に持ち帰り、社内動作確認後10月20日に再設置させた。雷サージ防止の効果については、浅間山の落雷シーズンを過ぎており、設置期間中に落雷現象は発生しなかったため、次年度以降引き続き検討を行うことにした。バイアスジャンプ対策については、平成28年度の桜島での観測時よりもドリフトの傾きは小さくなり、一定の効果があった。ただしこの現象は長期観測で問題となるため、引き続き調査、開発を進めていくこととした。

#### 平成30年度：

平成28年、平成29年度の評価で指摘のあった、火山観測に適した、固有振動数がより低いセンサを開発し、その固有振動数の確認および減衰定数の調整を行った。その結果、作成した6つのセンサの固有振動数は約23.8~24.0Hz、減衰定数が0.68~0.72に収まることを確認した。その後、3成分センサユニットとして筐体を作成して組み込んだ。新しいセンサユニット格納筐体は平成28、29年度に使用したJOGMEC Phase 1のサイズよりもかなりの小型化が達成された。

また、次年度以降の光センサシステムによる屋外観測実験を実施するために東京大学地震研究所浅間観測所とその周辺において予備調査を行った。浅間火山観測所は生活道路に隣接しており、より静穏な環境である、防災科研V-net小浅間観測点付近を選定した。浅間火山観測所と小浅間観測点間にはデータ伝送用に光ケーブルが敷設されているため、その予備回線があれば既設の光回線を使用した観測テストもできると考えたが、調査した結果、予備回線はなく、経路途中でつながっていないことが判明した。

なお、平成30年度末に課題責任者に異動が発生し、課題責任者異動後の秋田大学では平成31年度以降の本課題が実施できなくなることが判明した。これに伴い、平成31年度以降は課題責任機関を京都大学とし、屋外観測実施場所を桜島に変更することとした。

#### 平成31年度：

課題責任機関は以下の項目を実施する。

- 1) 観測データの火山学的解析
- 2) 光センサシステムの総合評価と総括
- 3) 平成 31 年度光システム観測網の表層地震波速度調査
- 4) プロジェクト運営

共同実施機関は火山観測とその準備を行い、以下の項目を実施する。

- 5) 3 成分光センサの作成
- 6) 新しい光センサによる活火山の観測

共同研究機関は課題責任機関（京都大学）と連携して、本業務を推進し遂行するための準備をするとともに、項目 5)にあるように平成 30 年度に作成したものと同様の 3 成分センサを 1 セット作成し、平成 30 年度に作成した 3 成分センサユニット 2 式と合わせて、日本で最も活発な活火山である桜島で三角形アレイを構築して火山観測を行う（項目 6）。なお、光送受信装置については、共同責任機関提供の装置を使用する。また、ユーザーニーズの把握と集約に関しては、プロジェクト運営会議等を通して努める。

#### 令和 2 年度：

課題責任機関は以下の項目を実施する。

- 1) 観測データの火山学的解釈
- 2) 観測データの評価による光センサシステムの耐雷性能評価
- 3) 光センサシステムの試験観測候補地選定

共同実施機関は以下の項目を実施し、火山観測に適した高温対応用センサ作成と室内検証を主に行う。

- 4) 高温対応 3 成分光センサの試作
- 5) 高温対応光センサの検証
- 6) ボアホール用高温対応筐体の試作

令和 2 年度は、光センサシステムの本質的な利点の一つである高温対応に関するセンサの作成と、室内高温環境試験を行い、火山観測により適したセンサシステムを構築する。さらに課題責任機関とともに翌年度の屋外での高温実証実験を行う場所を決定し、その観測点で使用可能なボアホール用高温対応筐体を試作し、室内の高温環境で検証を行う。また、プロジェクト運営会議等を通して引き続きユーザーニーズの把握に努める。

#### 令和 3 年度：

課題責任機関は以下の項目を実施する。

- 1) 観測データの火山学的解析
- 2) 光センサシステムの総合評価と総括
- 3) 令和3年度光センサシステム観測網の表層地震波速度調査
- 4) プロジェクト運営

共同実施機関は火山観測とその準備を行い、以下の項目を実施する。

- 5) 第四次分増設センサ製作
- 6) 18成分の多点火山観測の実施

6)はこれまでに製作した合計18成分での火山観測を火山地帯で行い、火山観測における総合的な対環境性の検証を行う。もし開発が早まれば、課題Bと連携し、可能な限り課題B-4の対象火山に投入して観測を行う。プロジェクト運営会議等を通して引き続きユーザーニーズの把握に努める。

#### 令和4年度：

課題責任機関は以下の項目を実施する。

- 1) 観測データの火山学的精密解析
- 2) 光センサシステムの総合評価と総括
- 3) プロジェクト運営

共同実施機関は以下の項目を実施する。実証試験は室内で行う。

- 4) システムの多点化プロトタイプの改修、
- 5) 第五次分増設センサの製作を行う。

前年度の観測結果及び課題Bの方々の意見を踏まえた改良を行う。もし開発が早まれば、課題Bと連携し、可能な限り課題B-4の対象火山に投入して観測を行う。プロジェクト運営会議等を通してユーザーニーズの把握を継続し集約に努める。

#### 令和5年度：

課題責任機関は以下の項目を実施する。

- 1) 観測データの火山学的解析
- 2) 光センサシステムの総合評価と総括
- 3) 令和5年度光システム観測網の表層地震波速度調査
- 4) プロジェクト運営

共同実施機関は火山観測とその準備を行い、以下の項目を実施する。

- 5) 多点プロトタイプシステムの検証と、火山運用実績の獲得
- 6) 合計24成分でのアレイ観測の火山地帯における実施

もし開発が順調に進んでいる場合、課題 B と連携し、可能な限り課題 B-4 の対象火山に投入して実証実験を行う。プロジェクト運営会議等を通してユーザーニーズの把握を継続する。

#### 令和 6 年度：

課題責任機関は以下の項目を実施する。

- 1) 観測データの火山学的精密解析
- 2) 光センサシステムの総合評価と総括
- 3) プロジェクト運営

共同実施機関は以下の項目を実施し、室内検証を中心に行う。

- 4) 多点実用システムへの改装を行う。
- 5) 多点化実用システムの構築と室内検証

前年度の観測結果及び課題 B の方々の意見を踏まえた改良を行う。もし開発が想定以上に進捗した場合には、可能な限り課題 B-4 の対象火山に投入して観測運用を実施する。プロジェクト運営会議等を通してユーザーニーズの把握を継続する。

#### 令和 7 年度：

課題責任機関は以下の項目を実施する。

- 1) 観測データの火山学的解析
- 2) 光センサシステムの総合評価と総括
- 3) 令和 7 年度光センサシステム観測網の表層地震波速度調査
- 4) プロジェクト運営

共同実施機関は火山観測とその準備を行い、下記の項目を実施する。

- 5) 光センサシステムを適用した火山観測システムとして最終評価を確定する。
- 6) 課題 B-4 で実施中の火山において、24 成分のアレイ観測を行い、多点化実用システムの火山運用実績の獲得を行う。

#### (e) 平成 31 年度（令和元年度）業務目的

共同研究機関として、本業務を遂行するための準備、観測実施、データ解析を総括する課題責任機関（京都大学）と連携して事業を行う。具体的には次のような内容である。平成 30 年度に作成したものと同様の 3 成分光センサを 1 セット作成し、平成 30 年度に作成した 3 成分センサユニット 2 式と合わせて、日本で最も活発な活火山である桜島で三角形アレイを構築して火山観測を行う。

また、次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトの次世代火山研究推進事業の課題 A「各

種観測のデータの一元化」と連携し、観測の結果について、オフラインデータを提供する。課題B「先端的な火山観測技術の開発」－サブテーマ4：「火山内部構造・状態把握技術の開発」と連携し、本課題で行う桜島での地震観測結果を提供し、課題担当者との意見交換の機会をもち、ユーザーニーズを把握して今後の改良に反映させること、および後年度における課題Bの観測対象火山への投入によって、他課題と連携する。火山研究人材育成コンソーシアム構築事業との連携については、実施期間中にコンソーシアムの求めに応じて対応する。

## (2) 平成31年度（令和元年度）の成果

### (a) 業務の要約

昨年度作成した、より火山観測に適した固有振動数が低い光センサを組み込んだ3成分センサセット2台にくわえ、今年度はさらに同様のセンサセット1台を用意して、合計3台とした。そのセンサセットを使用して京都大学防災研究所桜島火山観測所ハルタ山観測室の敷地内に三角形アレイを構築し、桜島で雷が多い梅雨の期間を含む、6月第1週から12月第1週の桜島構造探査までの約6か月間の連続観測を行った。今回の目的は、かねてより指摘のあった、原理的に雷に強いシステムであることを室内ではなく屋外での実際の観測環境において示すこと、および、昨年度までに行った連続観測期間以上の長期連続観測を行うために、約6か月間の連続観測をおこなうことであった。

### (b) 業務の実施方法

課題責任機関（京都大学）と共同実施機関（白山工業株式会社）との分担のうち、共同実施機関は以下の事項を実施した。

#### ① 3成分光センサの作成

光センサ3つと、振動子部分がないレファレンスの合計4つを組み合わせて格納するセンサユニットを作成し、昨年度と同様の光センサセットを1式作成する。

#### ② 新しい光センサによる活火山の観測

##### a. 3成分光センサによるアレイ観測

昨年度作成した3成分光センサ2式と合わせ、合計センサユニット3式を用いて、活火山において展開して火山観測を行う。

##### b. 観測の総括を行う。

### (C) 業務の成果

#### 1) 3成分光センサの作成

フィールド観測では、少なくとも三角形の3点で観測することにより、地震波の到来方向など、2点では配置によっては検出できない情報も得ることができる。そのため、昨年度2セット作成したものと同様の固有振動数が低いセンサセットを1セット作成し、昨年と同様、センサの性能検証を行った。

振動台に光センサとレファレンスとしての日本航空電子製サーボ型加速度計JA-40GAを設置し、ランダム波設定で同時加振を行った。

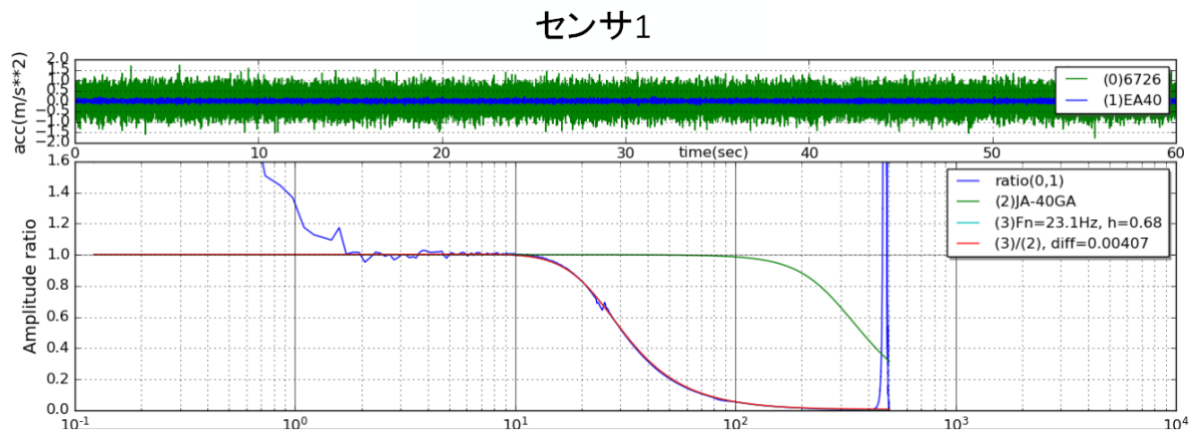
センサの固有振動数および減衰定数は昨年と同様、以下のように求めている。

(1) 光センサの振幅との比較をおこなうにあたり、振動台によるランダム波入力信号は周波数によってレベルが異なるため、JA-40GAで取得されたデータ（図1 緑線）をレファレンスとして、光センサ振幅/JA-40GA振幅の振幅比を求め実測応答曲線とする。図1の青線がその振幅比である。

(2) 実測応答曲線（青色線）とバネ-質量-ダンパー系の理論応答曲線（水色線）を比較し、理論応答曲線における減衰定数および固有振動数をパラメタとして、(1)で求めた線にもっとも合うようにフィッティングする（水色線）減衰定数および固有振動数を決定する。いずれもフィッティングがうまくいっており、図1では赤線や青線に重なって水色がよく見えていない。

(3) 念のため、緑線と理論応答曲線（水色線）の比を取って確認する（赤色線）。

各センサの検証結果のグラフを以下の図51に示す。



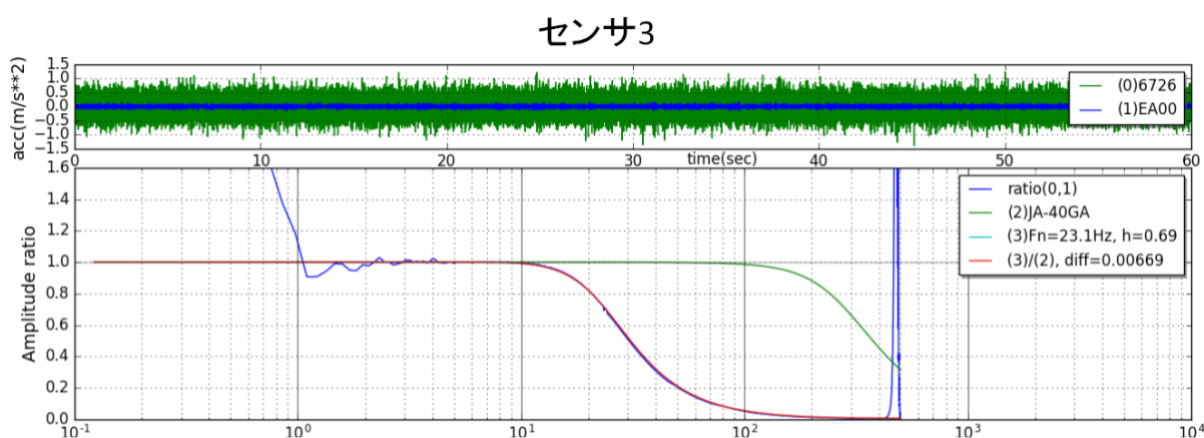
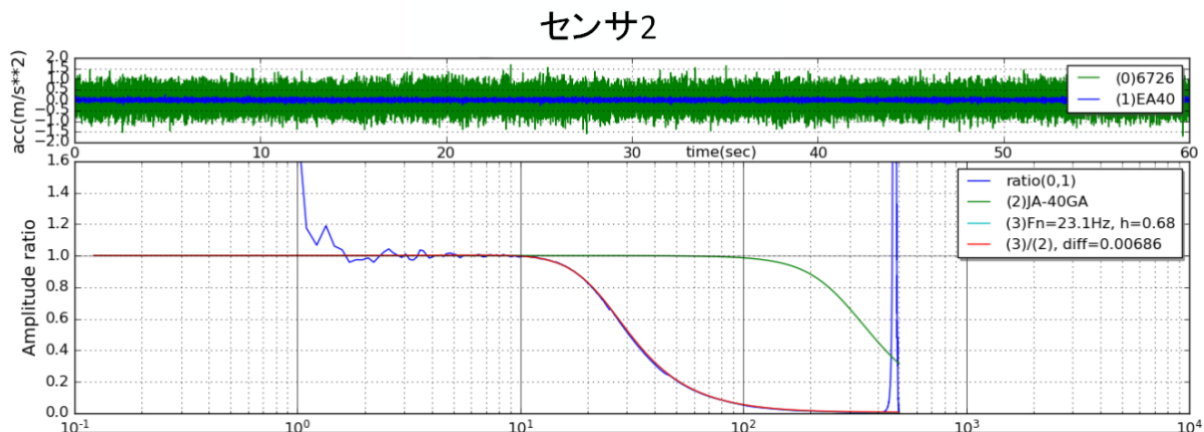


図 51 : 光センサの検証結果

これにより, 作成したセンサとその固有振動数を表 1 に示す.

表 1 作成したセンサの固有振動数と減衰定数

センサ	固有振動数(Hz)	減衰定数(h)
センサ 1	23.1	0.68
センサ 2	23.1	0.68
センサ 3	23.1	0.69

固有振動数が 23.1Hz, 減衰定数が 0.68 となった.

## (2) 新しい光センサによる活火山の観測

### (2-1) 下見

平成 31 年 4 月 11 日と 12 日, 観測候補地である京都大学防災研究所附属火山活動研究センター桜島火山観測所のフィールドの一つである, ハルタ山観測室で下見を行った. 電源が必要な送受信装置は観測室本館 2 階の部屋を使用することとした. そこからのケーブル引き



回しは、車の妨げにならないこと、観測中に動物に荒らされないことに留意して決定した。センサは大きな三角形アレイを組むことも考慮し、本館に隣接している岩石資料室（A点）、奥の地震計室（B点）、屋外のピーラー脇（C点）に設置することとした(図 52)。

## (2-2) 設置

今回は原理的に雷に強いシステムであることを実際の観測環境で検証することと、今まで以上の長期間の連続観測を行うことを目的とした。したがって、観測期間は鹿児島県で雷が多い梅雨時である 6 月上旬を観測期間に入れる必要があるため、6 月 3 日から 5 日にかけて設置を行い、観測を開始した。観測期間は桜島構造探査が行われた、12 月 5 日までの約 6 か月間となり、12 月 5 日、6 日で撤収した。

観測点を図 52 に示す。



図 52：観測点の航空写真

光送受信装置（赤四角）は建屋内の 2 階に設置し、センサ（赤丸）は光送受信装置からケーブルでつながっている順番に、岩石資料室内（A 点、中央上）、地震計室内（B 点、右）、および屋外のピーラー脇（C 点、やや左下）に設置した。光送受信装置とセンサは光ケーブル（青い線）で芋づる式に配線している。

次に設置状況を順次写真で示す。

図 53 は光送受信装置である。向かって左型の平坦な箱は光ケーブルの接続等を行っている光成端箱、向かって右の小さい黒い直方体は UPS である。ハルタ山観測室は桜島の噴火の降灰があり、室内とはいえ入ってくる火山灰から光送受信装置を守るためにビニールで覆いをほどこした。



図 53： 光送受信装置

GPSアンテナは本館の西側のベランダに出し、土嚢で固定した（図 54）。



図 54： GPSアンテナ



岩石資料室内のA点には光センサに加えて比較対象として微動計（白山工業製JU210）を設置した。JU210からのデータを観測室内の装置で受信させるために、観測室とA点間に図55のように光ケーブルとLANケーブルを設置した。LANケーブルには雷が乗っても大丈夫なように、避雷器を接続させた。



図55：観測室とA点間のケーブル引きまわし

図56は岩石資料室内のA観測点である。センサはすべて磁北を北にして設置している。銀色の筐体が光センサ、白い筐体がJU210、JU210の左には温度センサである。センサはエアコンパテで固定している。



図56：A観測点

図 57 は地震計室最奥の部屋に設置したB観測点， 図 58 はピーラー脇に設置したC観測点である。



図 57：B観測点



図 58：ピーラー脇に設置したC観測点

各センサ間のケーブルは，車と動物に考慮し，エフレックス管に通したうえで埋設した．埋設できず，かつ車が通らないところは図 58 のように土嚢でケーブルを固定した．





図 59 地震計室へ行く道の上を配線した光ケーブル.

アスファルト上に敷設する必要があり、かつ車が通る可能性がある場所は図 59 のように、車が通れるように、ケーブルプロテクタでケーブルを保護した。地面が土の場所は、エフレックス管に通して埋設した（図 60）。



図 60 左：ケーブル埋設前 右：埋設途中

### (2-3) 連続観測

6月5日に設置後、12月5日午前9時頃までの連続観測を行った。

この間発生した不具合は、設置時および設置直後（2-3-1～2-3-3）と、台風による断続的な停電 - 復電によるUPSの動作不良（2-3-4）である。

まず、設置直後の現象に関しては、設置して帰京した翌日の6月6日からデータに異常がみられたため、リモートで調査を行ない、以下の作業を行った。

項番	期間	内容	対応および処置	原因
1	2019/6/6 - 2019/6/7	観測データが異常	収集ソフトウェアを再起動	受信タイミングが異常
2	2019/6/4 - 2019/6/23	観測データに1 Hzのノイズが混入	デジタルフィルタ処理のプログラムを修正	プログラムの間違い
3	2019/6/17 - 2019/6/27	受信光干渉信号の信号レベル（強度）が低下	光アンプ（増幅器）を交換	光アンプの故障

以下項番順に解説する。

#### (2-3-1) 観測データが異常

2019/6/7に2019/6/6 14時以降のデータが取得できていないことが判明しリモートで調査を行った。直接の原因は光干渉信号のサンプルタイミングが誤って設定されていることが考えられたため、サンプルタイミングを再度自動設定するために収集ソフトウェアの再起動を行い、データ取得は正常となった。

サンプルタイミングの設定は収集ソフトウェアが起動時に受信光干渉信号の波形から信号の立ち上がりエッジを検出してタイミングを決定する設計としているが、このときなぜ正しくないタイミングが設定されたのか不明である。

推測であるが、後述の受信光干渉信号の信号レベルが低下する問題で判明した光アンプの不良が原因で、光アンプのゲインが変動し受信信号レベルが不安定な状態でサンプルタイミングの判定を行ったために、誤ったサンプルタイミングが設定された可能性が考えられる。

#### (2-3-2) 観測データに1 Hzのノイズが混入

観測データに1 Hzのスパイク状のノイズが混入していることが確認された。このノイズは2019/6/4の設置時に確認されていたが、設置現場では十分な調査が行えないため、持ち帰ってリモートで原因調査を行った。

観測データのスペクトルからノイズはインパルス状のものと推定された。また、ノイズは秒の変わり目に周期的に発生していた。データを順次確認してゆくと、デジタル直後の光干渉信号にはインパルスのノイズは認められず、後段のフィルタ処理の

遅延補正の部分でのデータ処理に間違いがあることが判明した。

2019/6/23 修正したフィルタ処理プログラムにリモートで差し替えて、1 Hz のノイズが無いことを確認した。

遅延補正の部分で秒の変わり目に不特定のデータが混入したために、このようなノイズが発生したものと考えられる。

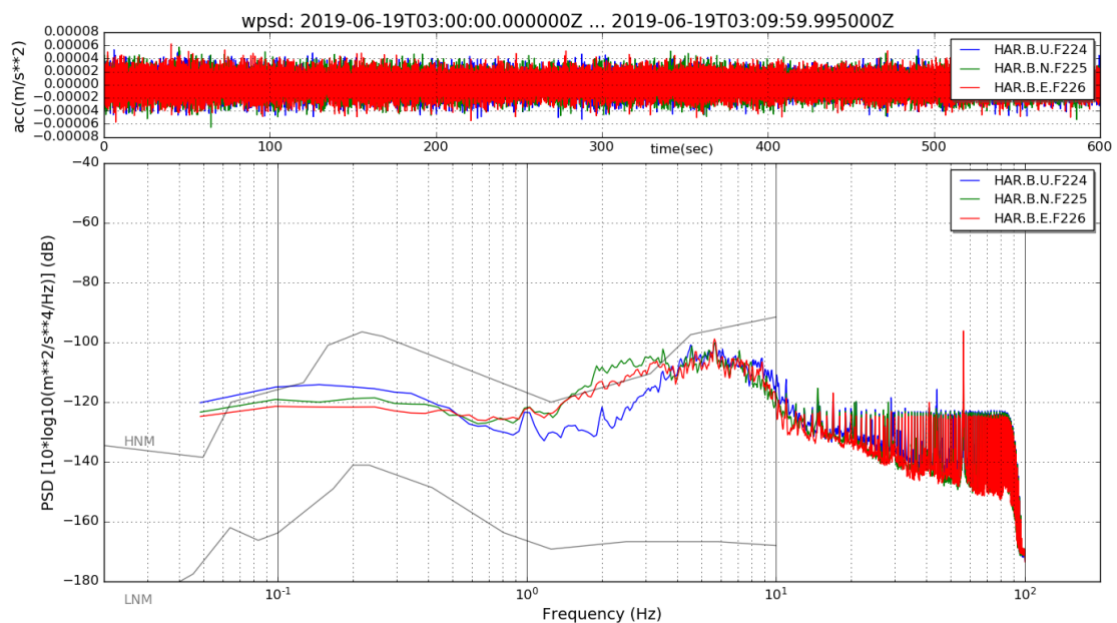


図 61 1 Hz ノイズ混入 (B 観測点)

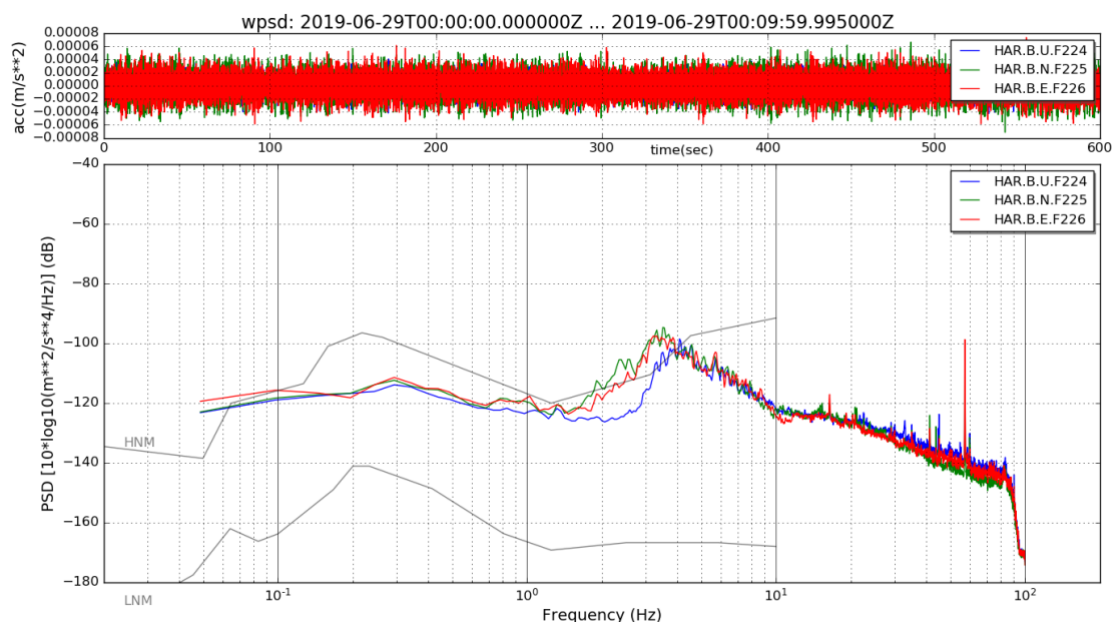


図 62 1 Hz ノイズ問題解決後 (B 観測点)



### (2-3-3) 受信光干渉信号の信号レベルが低下

2019/6/17 に受信光干渉信号レベル（強度）が大きく低下していることが判明した。データ収録自体は継続していたが、信号レベルの低下で SN 比が劣化しており、このまま低下を続けるとデータ収録も停止することが予想された。

2019/6/17 データ収録を停止させないために、リモートで光干渉信号の受信側の光アンプ（信号増幅器）のゲイン（利得）を大きくした。

その後、2019/6/19 および 2019/6/21 にさらにゲインを大きくする処置をリモートで行ったが、信号レベルの低下が続いた。センサの光コネクタの浸水や光ファイバーケーブルの大きな屈曲などが考えられた。

2019/6/27 現地調査を行った。光ファイバーケーブルの敷設状態の確認、光コネクタのクリーニング、装置再起動、光信号強度の測定を行った結果、光受信側の光アンプのゲインが異常に低下していることが判明した。この光アンプを未使用であったもう一つの光アンプと交換して光受信レベルが正常に戻ったことを確認した。

交換後、受信光干渉信号レベルは正常であることを確認した。

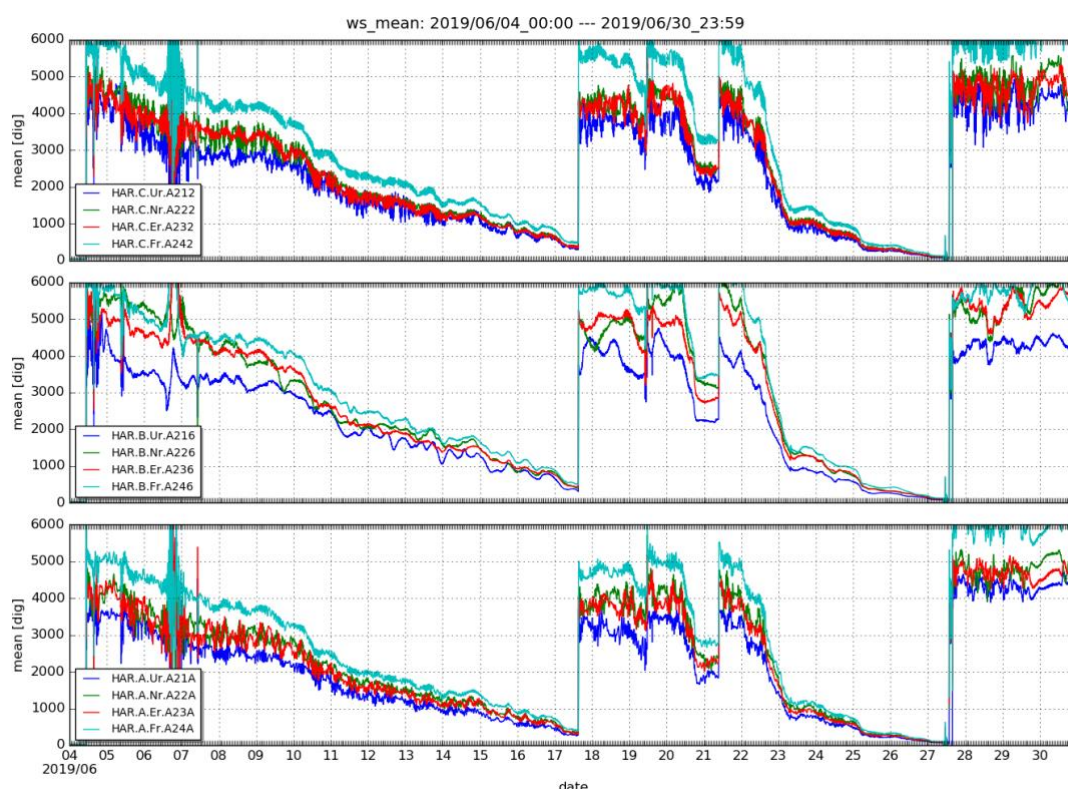


図 63 受信光信号レベル低下

6月27日の現地調査で光アンプを取り換えたあと、撤収時期まで同様の現象は発生していない。なお、光アンプの不具合原因は現時点ではまだ判明していない。

### (2-3-4) 台風



2019年9月24日は台風17号通過に伴い、ハルタ山観測点で停電が数回発生した。光センサシステムは停電—復電を繰り返した後、使用していたUPSが復電後に復帰しなくなり、光送受信装置への電源供給がなされない状態となった。そのため、ハルタ山に行き手動で電源をONにして復帰させた。この原因は、光センサシステムではなく、UPSの動作に問題があったと考えられる。

#### (2-4) 撤収

12月5日深夜に桜島構造探査が行われ、その記録を取得したのちに5日から撤収を行った。

なお、今回取得したデータの解析は、課題責任機関がおこなっているため、課題責任機関の報告書を参照されたい。

#### d. 総括

令和元年度は、平成30年度と同様の1成分センサを3個作成し、その固有振動数と減衰定数を室内実験で求めた。その結果、それぞれのセンサ素子は、固有振動数が約23.1Hzであり、減衰定数は調整して0.7程度になっていることを確認した。

このセンサ素子を組み合わせて3成分センサユニット1式を作成した。

今回のセンサと、昨年度作成したセンサ合計3式を使用し、京都大学防災研究所附属火山活動研究センター桜島火山観測所のハルタ山観測室に設置し、6月5日から12月5日まで約6か月間の連続観測を行った。設置直後にプログラムのミスや光アンプの不具合などが生じたが、その修正後は12月5日の撤収までには9月の台風時の停電によるUPSの不具合以外は順調に連続観測をすることができた。

#### (d) 結論ならびに今後の課題

##### 1) 結論

本年度は昨年度と同様の、固有振動数が低いセンサセットを一式作成し、昨年度作成した2式と合わせて、桜島ハルタ山観測点に三角形アレイを構築し、長期連続観測を行った。設置直後の不良以後は台風による停電があったものの、それ以外は連続観測をすることができた。光センサシステムの原理的な利点としての耐雷性については、雷によるシステムの不具合としては発生しなかったことが確認できた。

##### 2) 問題点と今後の課題

光アンプの不具合の原因究明は、今後の光センサシステムの長期安定にも関係してくるので、行っていきたい。

この光センサシステムの原理的な利点として、雷の他には高温に強いことが挙げられ、来年度は高温対応用ファイバ等を使用した高温対応用センサを作成し、その室内検証を行っていきたい。

(e) 謝辞

京都大学防災研究所火山活動研究センターの筒井智樹特定教授には、観測点設営などに大変お世話になりました。また、竹内氏には光システムの現場設置撤収はもとより、データの収集解析等に多大な尽力をいただきました。記して感謝いたします。

(f) 引用文献

なし

(g) 成果の論文発表・口頭発表等

なし

(h) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

**(3) 令和2年度の業務計画案**

本システムは光ファイバおよびセンサ部に電源が必要ないことから、原理的に高温環境での観測に有利であるが、現時点ではそれがまだ実証されていない。そのため、令和2年度は高温対応用の部品を使用したセンサを試作するとともに、室内で恒温槽などを使用して高温試験を行い、その有効性の検証を行う。また、課題責任機関と協力してフィールドで検証ができる高温のボアホールを選定し、その観測のための高温対応ボアホール筐体を2式作成する。

① 高温対応3成分光センサの試作

高温対応の光センサ3つと、振動子部分が無いレファレンスの合計4つを組み合わせて格納するセンサユニットを2式試作する。

② 高温対応光センサの検証

高温対応光センサユニットを室内の高温環境で行い、その特性を検証する。

③ ボアホール用高温対応筐体の試作

高温対応のボアホール筐体を2式試作し、室内の高温環境での検証を行う。

④ 総括

高温対応センサ及び筐体の開発をその試験結果についての総括を行う。

ただし、新型コロナウイルス感染症の影響で、課題責任機関が行う高温対応ボアホールの選定ができなくなる可能性が高い。共同責任機関は、選定されたボアホールの径や深さが判

明しないとボアホール用高温対応筐体を作成することができない。そのため、項目③が遂行できなくなる可能性がある。