

課題B2-2

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

課題責任機関：京都大学防災研究所

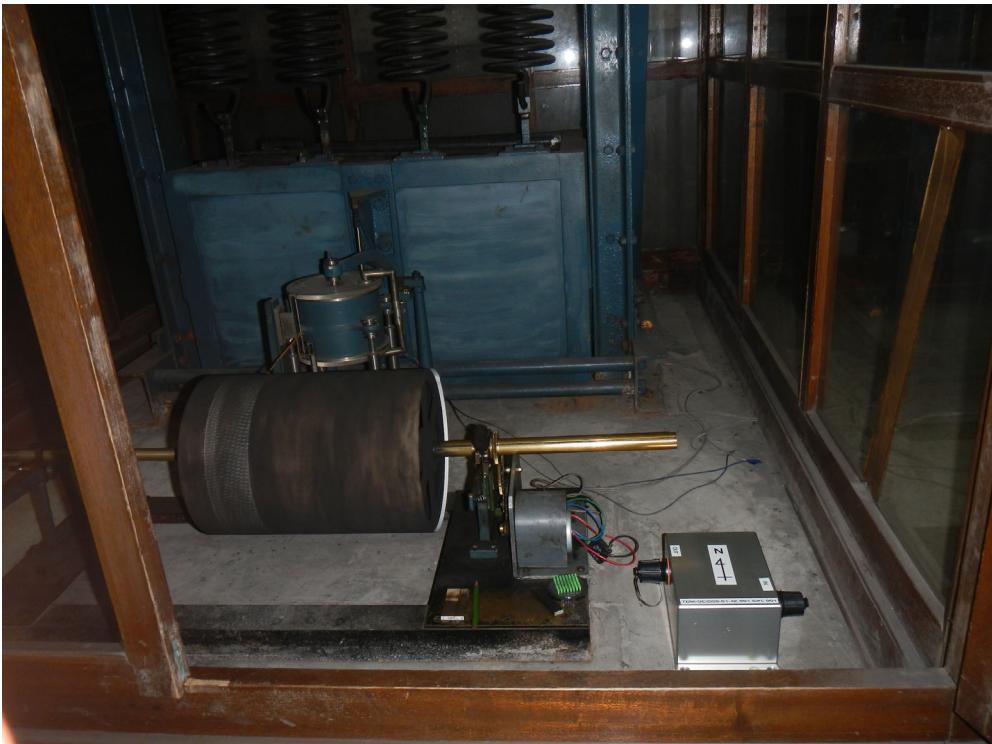
共同実施機関：白山工業（株）



次世代火山研究・人材育成 総合プロジェクト
Integrated Program for Next Generation Volcano Research and Human Resource Development

新システムによる実地観測

地表設置タイプセンサー@桜島ハルタ山 2019年



半年間の観測における安定性と火山観測性能の検証
論文公表 : Nakamichi et al. JGR 2022

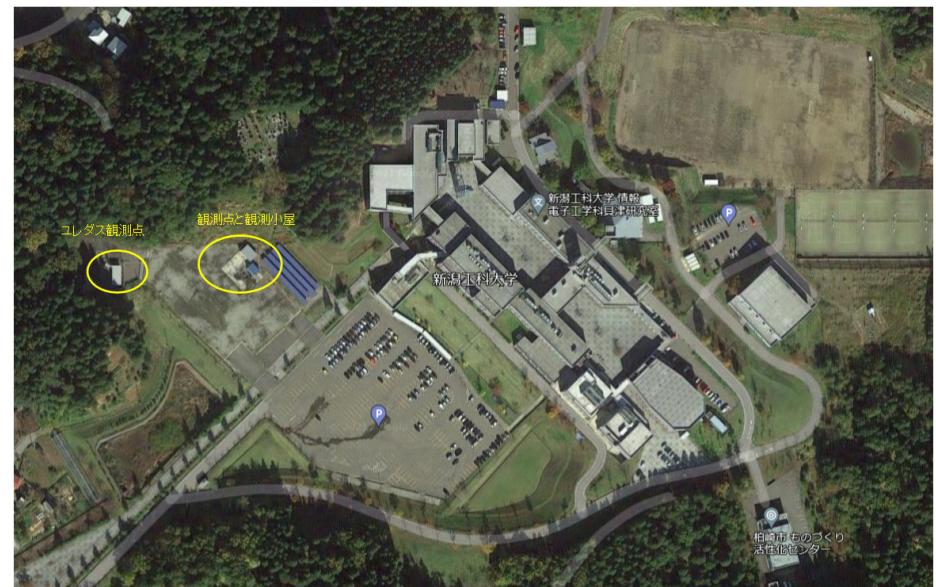
ボアホールタイプセンサー@新潟工科大学 2022年



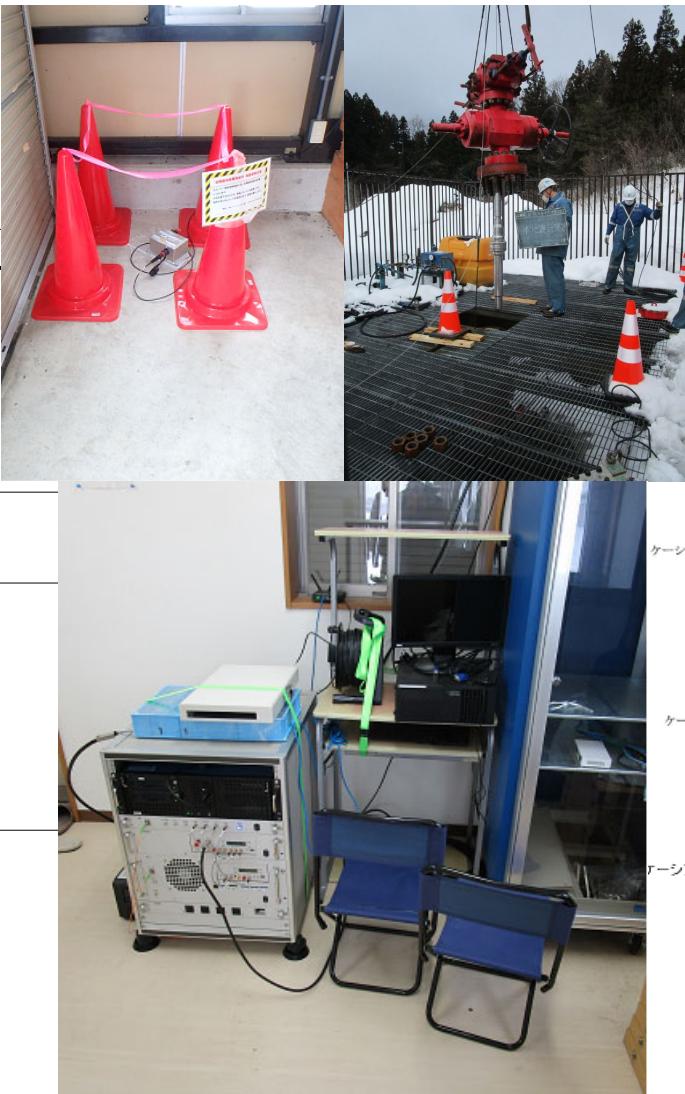
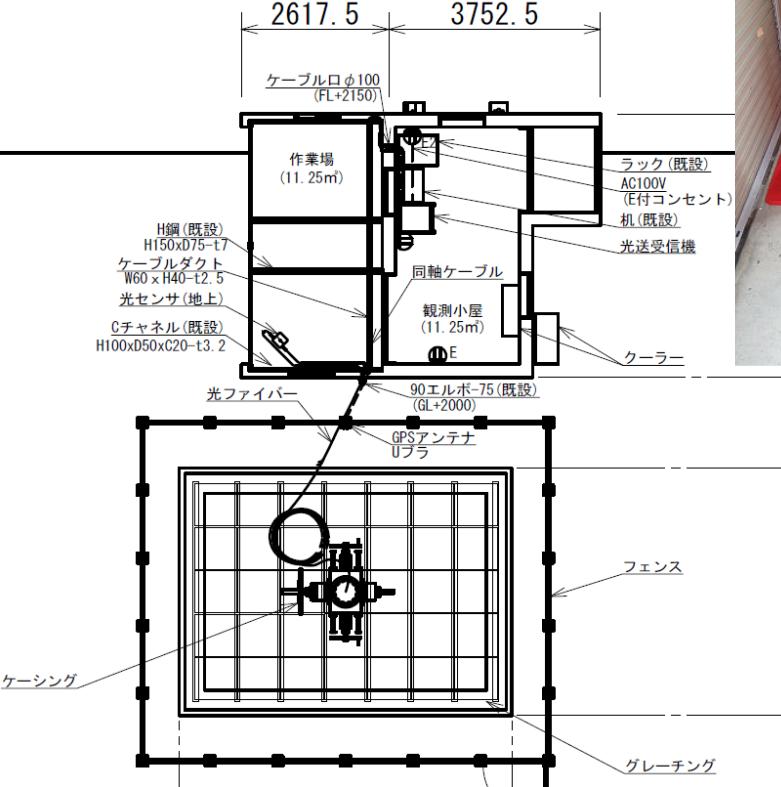
高温下（100°C超）における長期運用の安定性
2022年2月下旬から連続観測実施

ボアホールタイプセンサによる観測

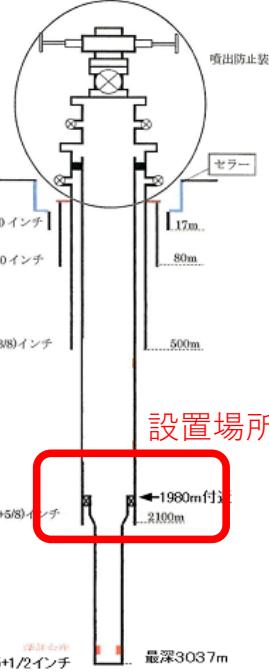
2022年2月22日開始



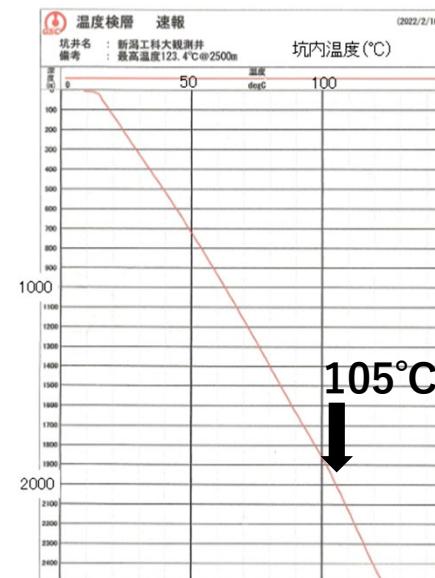
高温対応ボアホールシステム設置図



観測井坑内概観図
(スケールは図全体で統一されていないことに注意)

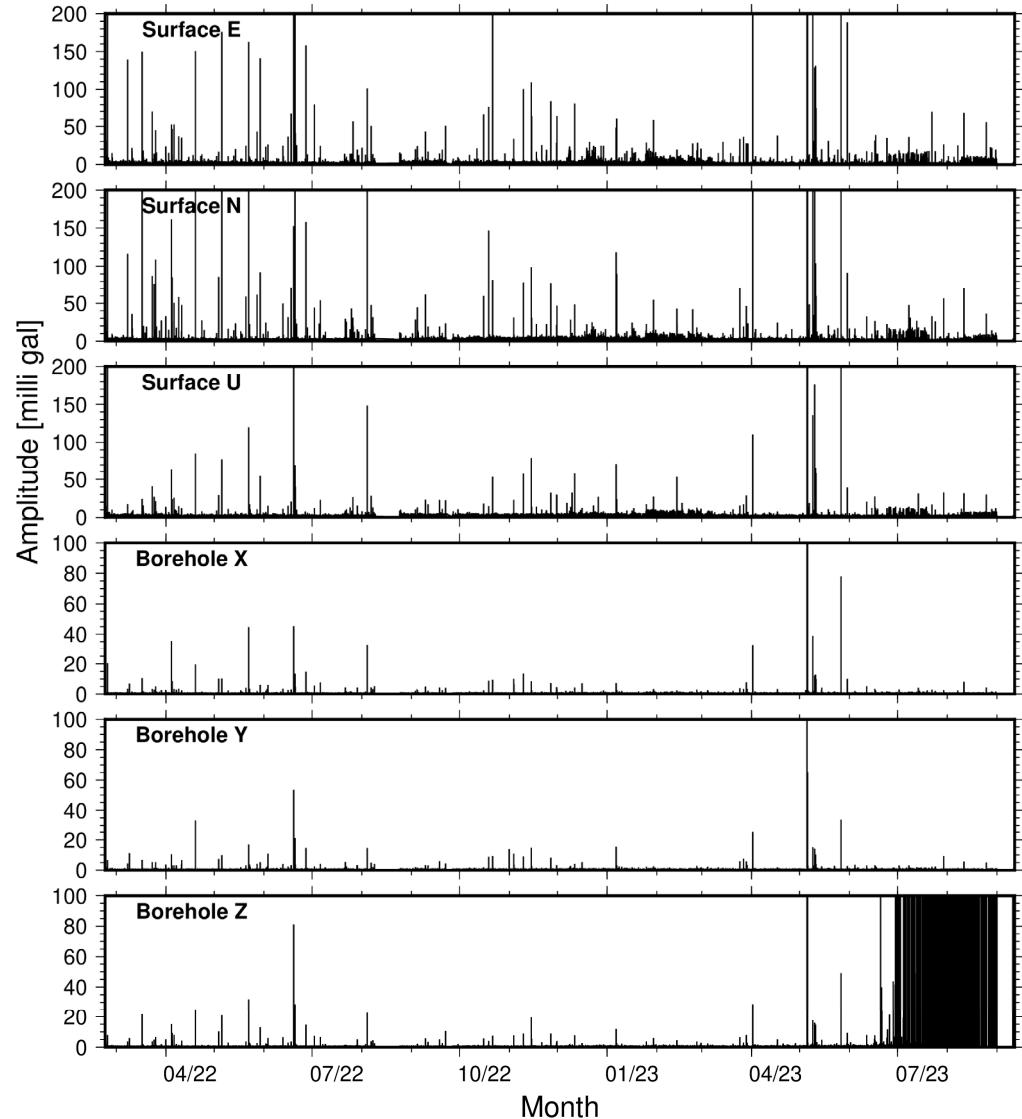


1977.8 m深に設置完了

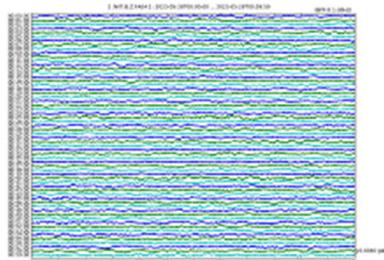


光センサの長期間の振幅変化

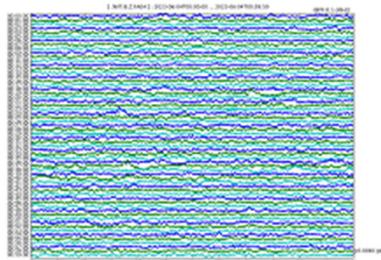
- 2022年2月22日～2023年9月11日のデータから算出
- 安定して観測を継続してきた。
- 1977.8 m深に設置のセンサの上下動 (Z) 成分にて6月頃から異常が見られる。



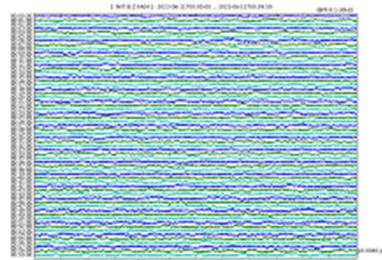
新潟工科大学深井戸設置地震計（上下動）の異常



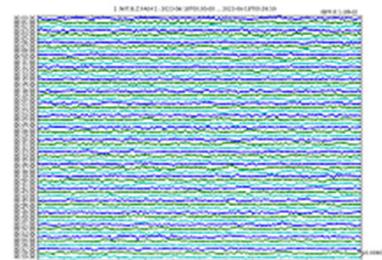
5月28日



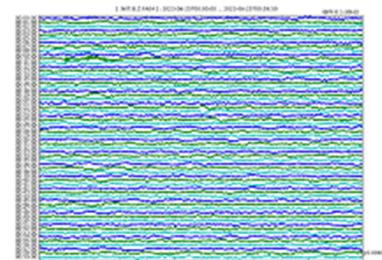
6月4日



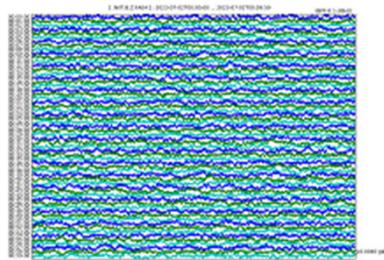
6月11日



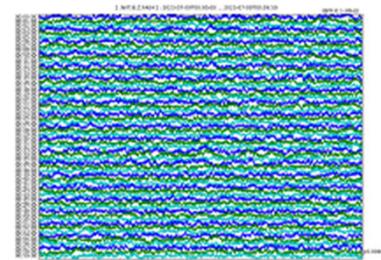
6月18日



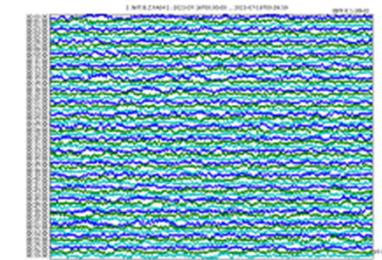
6月25日



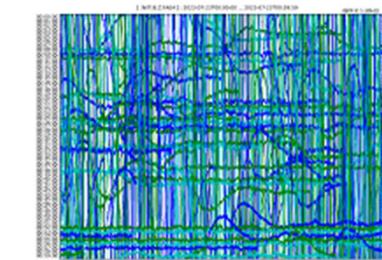
7月2日



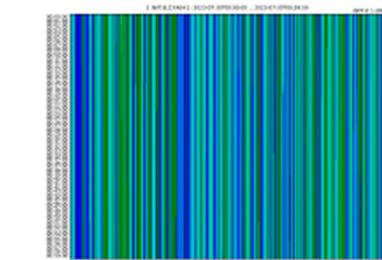
7月9日



7月16日



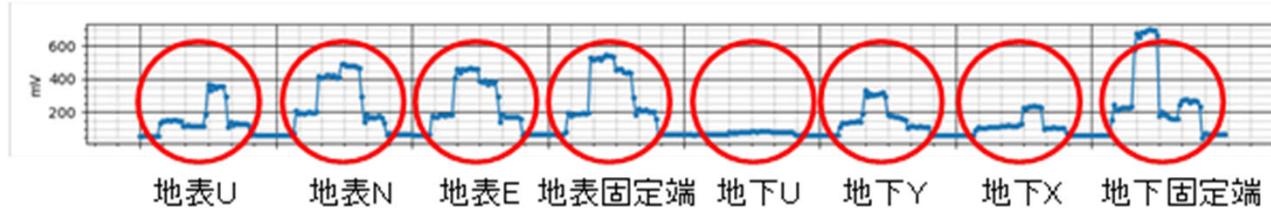
7月23日



7月30日

日曜日の午前0時から1時までの時間帯

地震計異常の原因について



2023年7月19日の光干渉信号

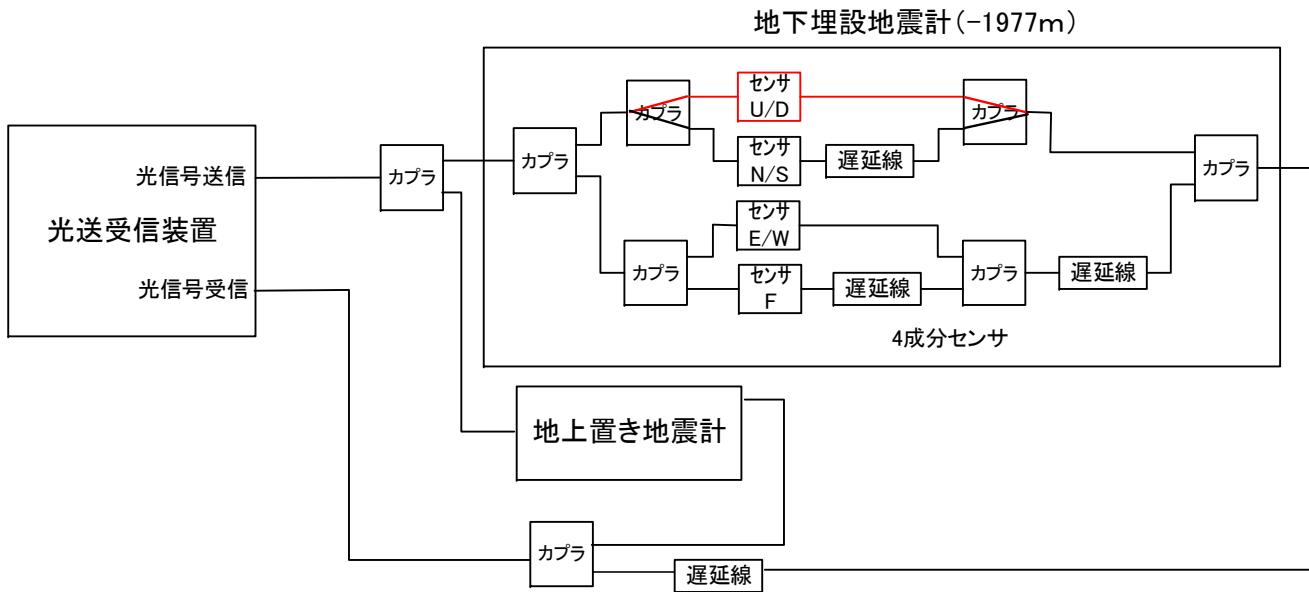
7月19日の光干渉信号を見ると、波形異常がみられる地下の上下動成分に異常がみられる。これにより、センサに入力して干渉させるためのRとSのレベルが下がり、干渉させたI1,とI2による位相の演算が不安定になったためにノイズが大きくなつたと考えられる。

この現象は、2023年7月時点では、干渉信号は上下動成分だけに発生しており、水平2成分は問題なかった。その後、2024年2月後半になって、地下X成分にも同様の異常が発生した。

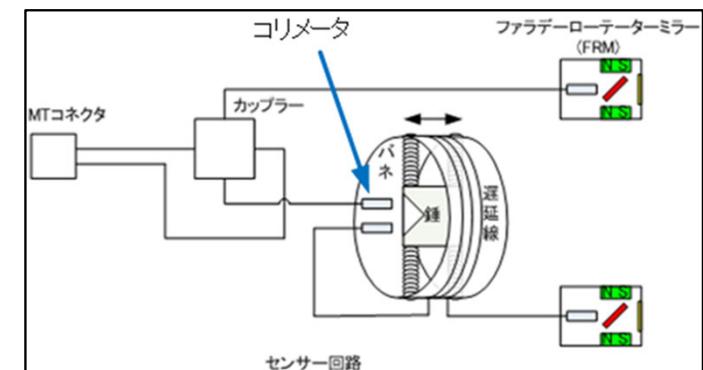
原因は光送受信装置ではなく、センサ側に問題があることが推定される。

地震計異常の原因について

新潟工科大での光センサ回路図



センサの内部構造

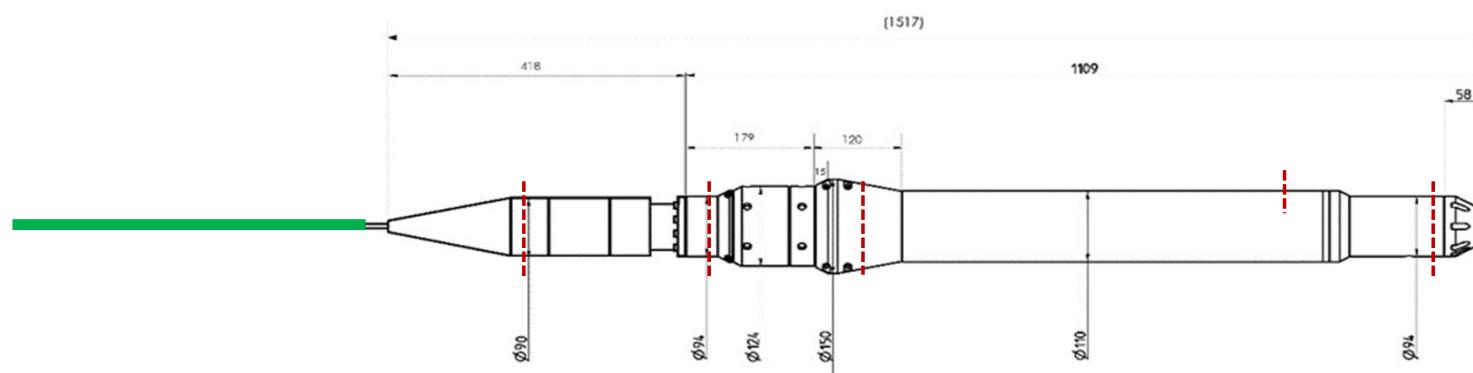


筐体から光回路を取り出し、各部品での光の通過損失を測定したところ、回路内のカップラや、センサ内部のFRM（ファラデーローテーターミラー）には異常が見られなかった。一方、光センサ内部のコリメータの通過損失が大きいことから、コリメータが故障の原因であることが判明した。

地震計筐体内部の状況



地震計筐体内部の使用部品に加水分解物が付着していた。



筐体を調べたところ、赤線のオーリングの一部に劣化が見られた。

また、ケーブルヘッド内の、ケーブル内部から光ファイバーを出す箇所に水が入った形跡があり、ケーブル内の光ファイバーが劣化していることが判明した。

センサ内のコリメータは接着剤で固定しているので、接着剤が熱水で軟化したための異常であることが分かった。

筐体、センサの改良

筐体：水の侵入を防ぐため、以下の改良を行う。

- ・ケーブルヘッドの新設計
- ・ゴムのオーリングを使用しない
- ・溶接できる箇所は溶接するなどの対策を施す

センサ：より長時間持つように改良する。

- ・高温用の光部品の見直し
- ・耐熱テープや高温用接着剤を減らし、
極力ネジ止めおよび溶接をするように変更

今後について（新たな展開）

- ・新潟工科大への新しい観測機器の設置は現時点で2025年3月を予定。
- ・今回は地下1977mだけでなく、地層境界があると思われる地下550mにも設置する。
- ・地下1977m、地下550m用機材はとともに筐体、センサ、ケーブル等すべて新規作成。
- ・地下550mでは、同じ環境での計測の比較を行うため、光センサと電気式加速度センサを一つの筐体内に組み込む。

なお、費用はTPT（東京パワーテクノロジー）と白山工業が負担。

今後について（新たな展開-2）

- ・ボアホールの550m付近にはケーシングの段差などがないため、液圧による固定を行う。
- ・そのため、550mの埋設用に光ファイバー、電線、および水圧用ステンレス管が一体になったアーマードケーブルを作成した。ケーブルを含む全体の試験の中で固定器が動作することを確認し、光センサ+電気センサの連続観測試験を昨年11月後半から行っており、設置直前まで続ける予定。
- ・DASとの同時観測。2022年夏に未使用の予備光ファイバーを利用してDASと同時観測を行った。光ファイバーはアーマードケーブル内を通しているので孔壁とのカップリングの問題はあるが、DASで地震波が観測できている。