

神岡鉦山における歪・傾斜・地震計測：  
マイケルソン干渉計を用いた  
光ファイバー歪計の試験

荒木英一郎  
(海洋研究開発機構)

申請額：0  
(神岡SK LAN利用)

# 研究の背景：南海トラフ海底でのスロースリップ(SSE)の発見

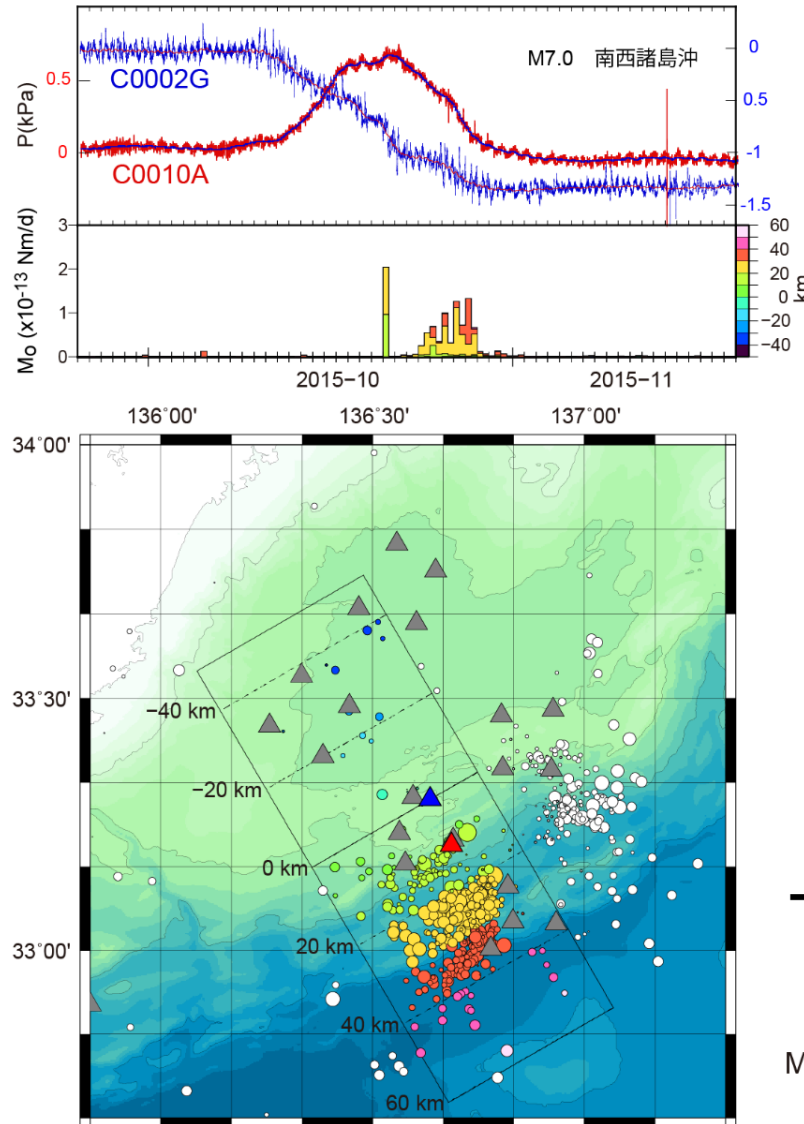
南海トラフ海底での海底掘削孔内観測により  
繰り返すSSEを観測

(Araki et al., *Science*, 2017)

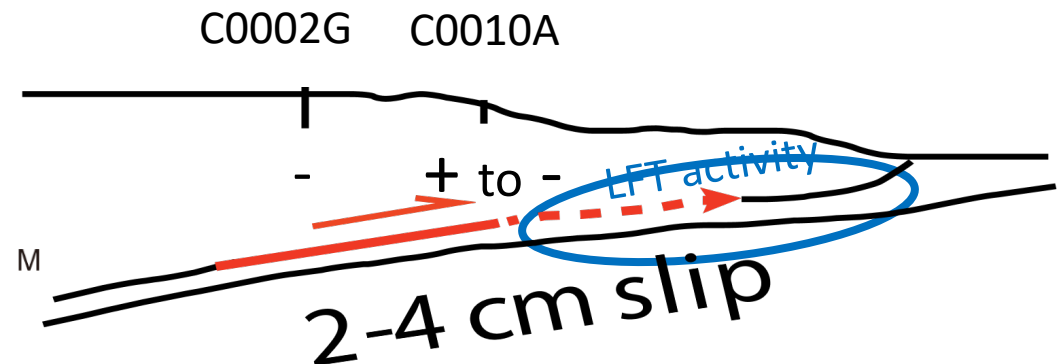
2 点の孔内観測データから、繰り返し周期、  
滑りの移動やスロー地震 (LFT, VLFE) との関連  
等様々なことを議論することができた。

2 点の観測データからは、各エピソード毎の  
SSEの広がりや多様性などについては、かなり  
仮定に基づいた議論をせざるを得ない。

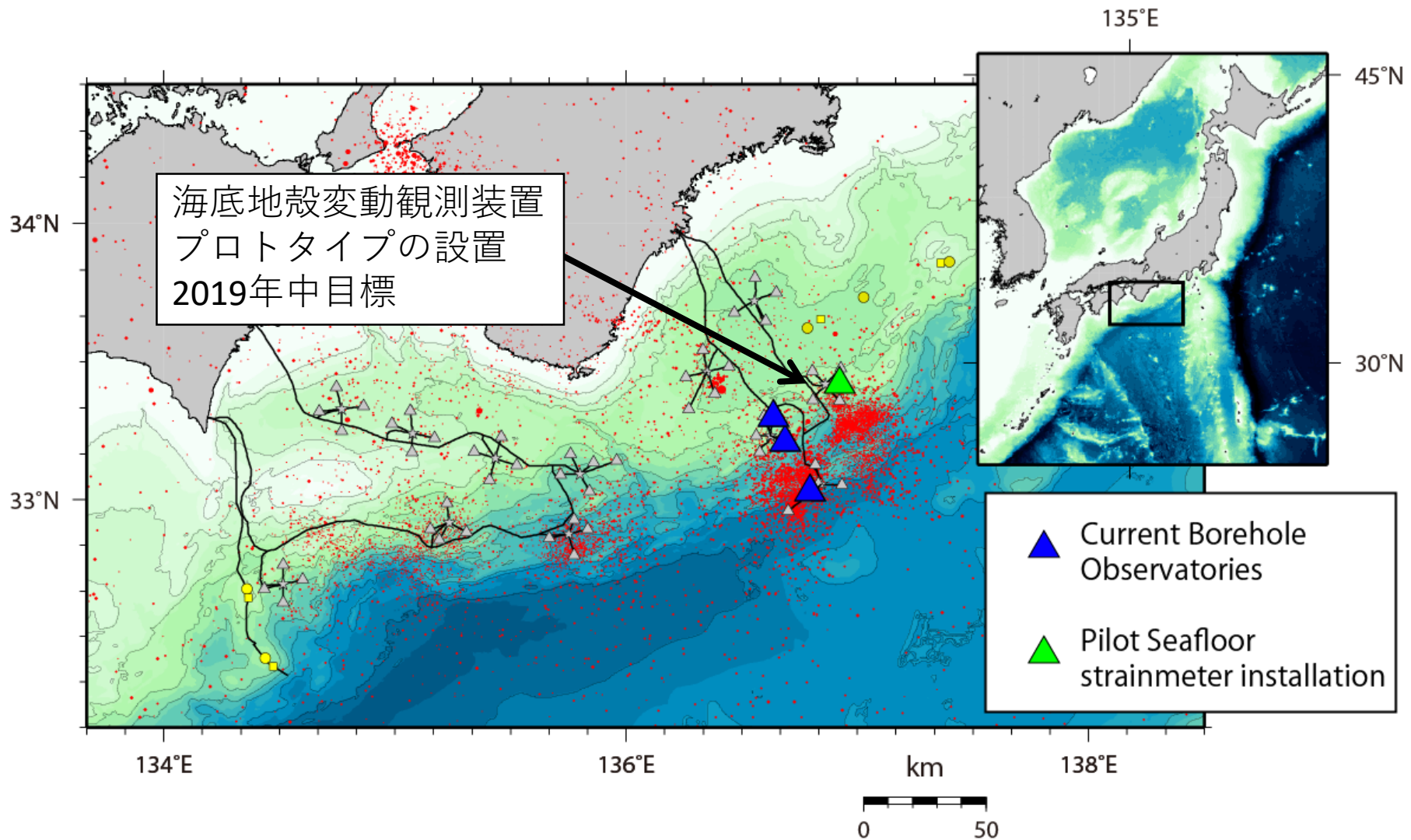
→ 面的にSSEの発生状況を検討できる観測を行  
いたい。



Modified from Araki et al., 2017

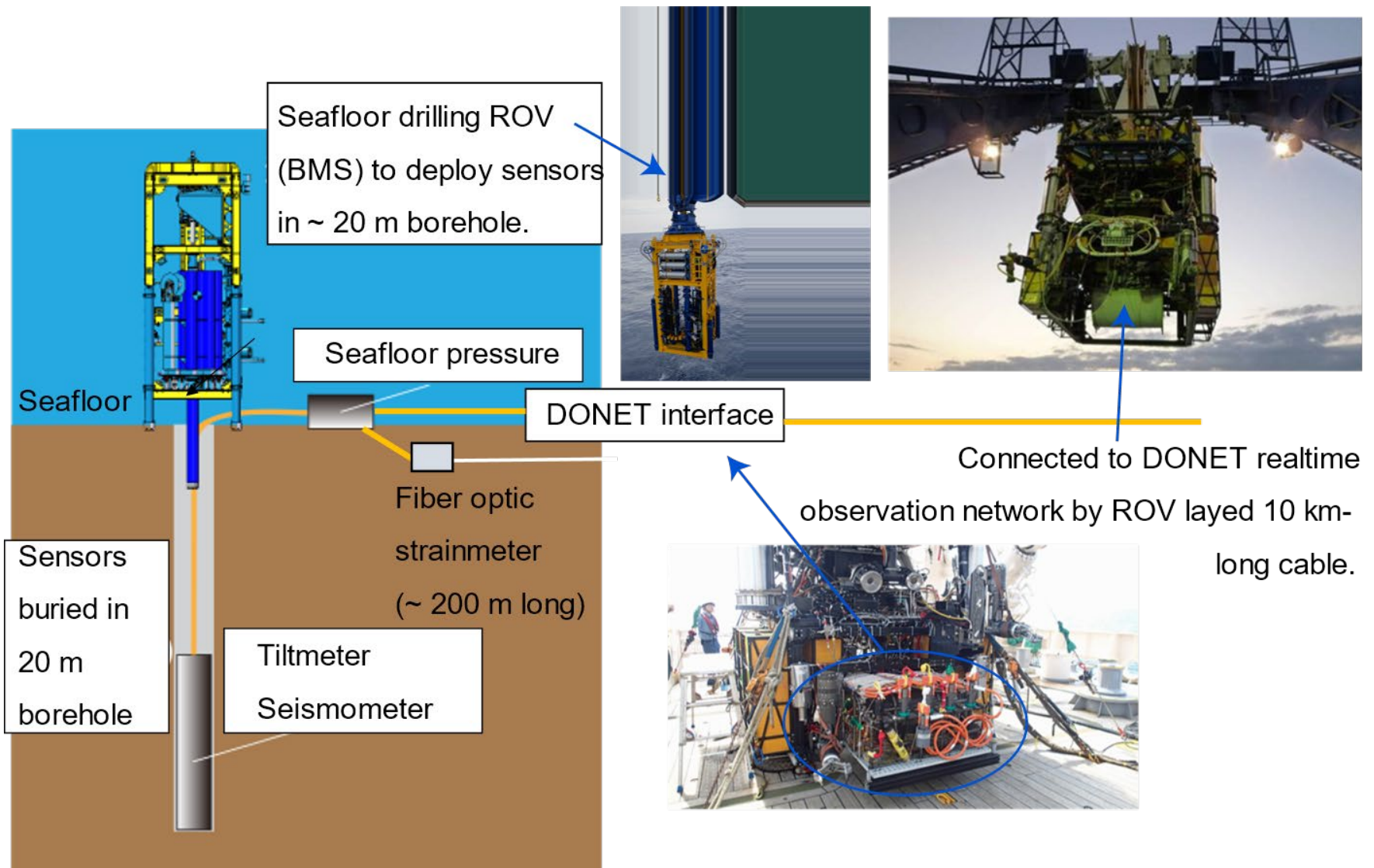


# 研究の背景：海底での多点・連続的「地殻変動観測網」の構築へ



南海トラフでの多点「地殻変動観測網」の構築を目指し、海底地殻変動観測装置の開発とプロトタイプの海域試験設置を計画・実施中。

# 研究の背景：海底地殻変動観測装置のコンセプト



センサーの試験を神岡鉱山内で実施している。

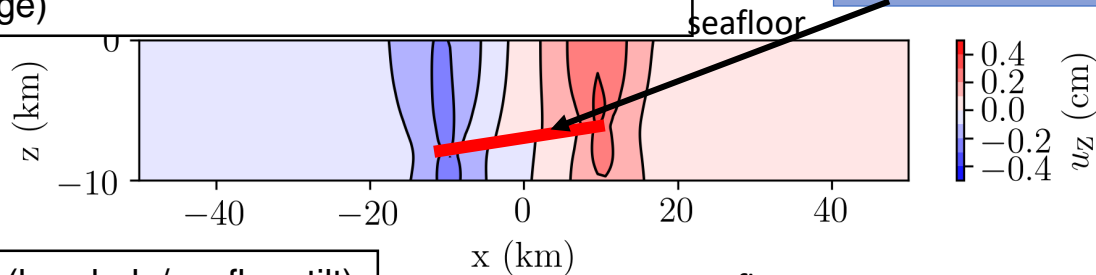
# スロースリップ(SSE)が起こったときに期待される地殻変動量

Cross sections

Vertical deformation (seafloor pressure gauge)

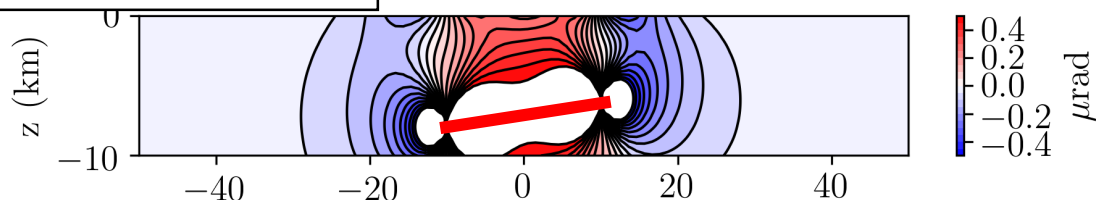
Dislocation of 1 cm

10 km \* 10 km fault located 7 km below seafloor.



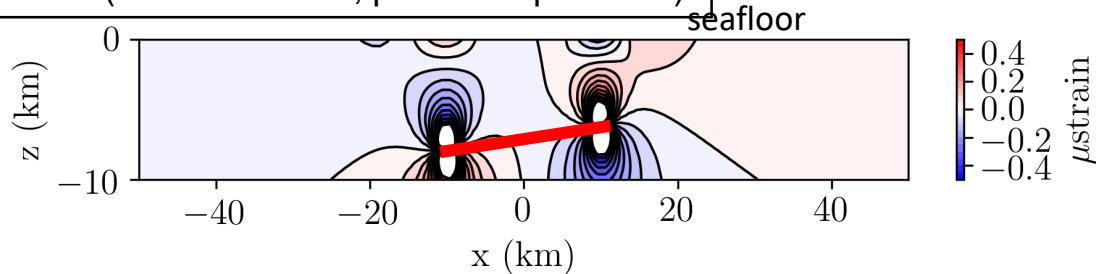
< 0.5 cm  
seafloor pressure change

Tilt (borehole/seafloor tilt)



< 0.5  $\mu\text{rad}$  tilt change

Dilatation (borehole strain, pore-fluid pressure)

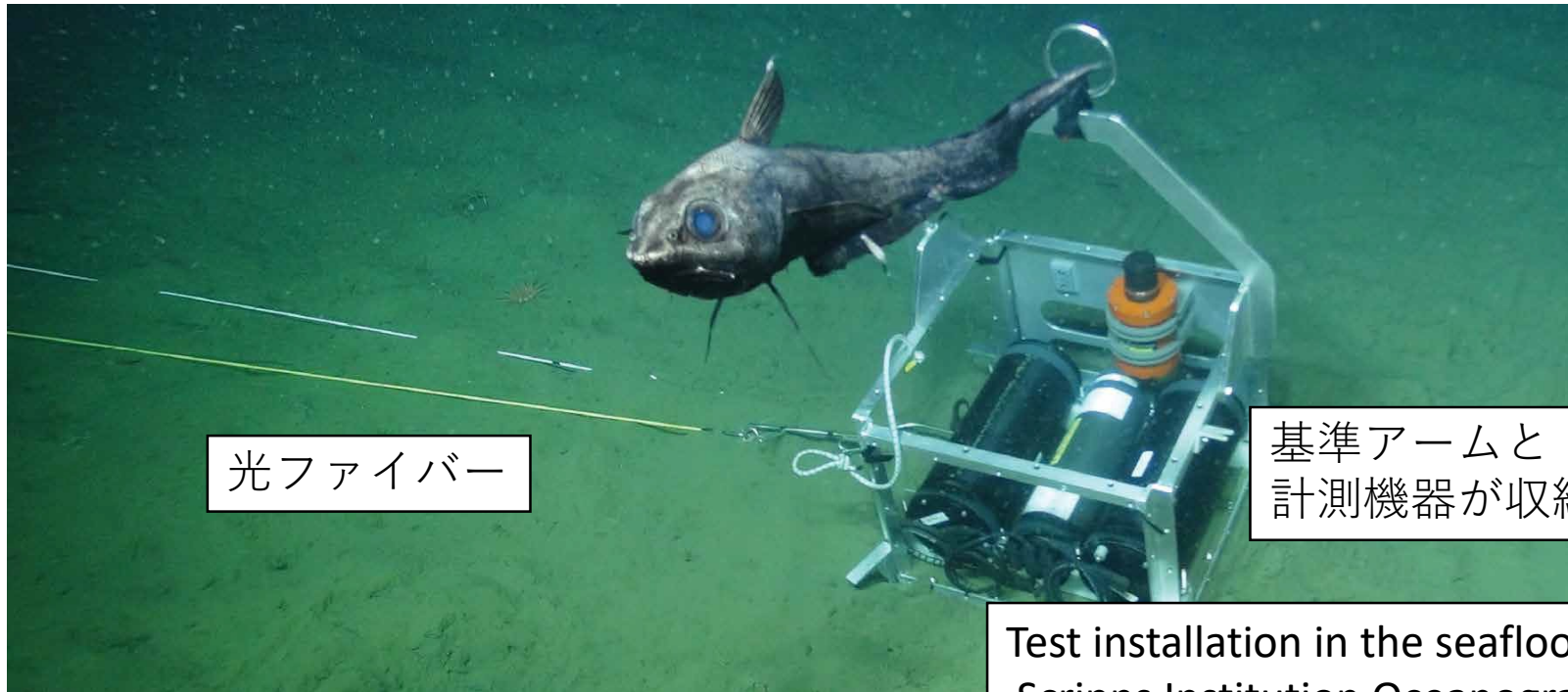


< 0.1  $\mu\text{strain}$  change

SSEによって期待される地殻変動量は小さい。→ 高感度な観測が必要  
長基線での歪計測が可能そうな  
光ファイバー歪計（伸縮計）を海底面に実装したいと考えた。



# 海底光ファイバー歪計の開発



光ファイバー

基準アームと  
計測機器が収納

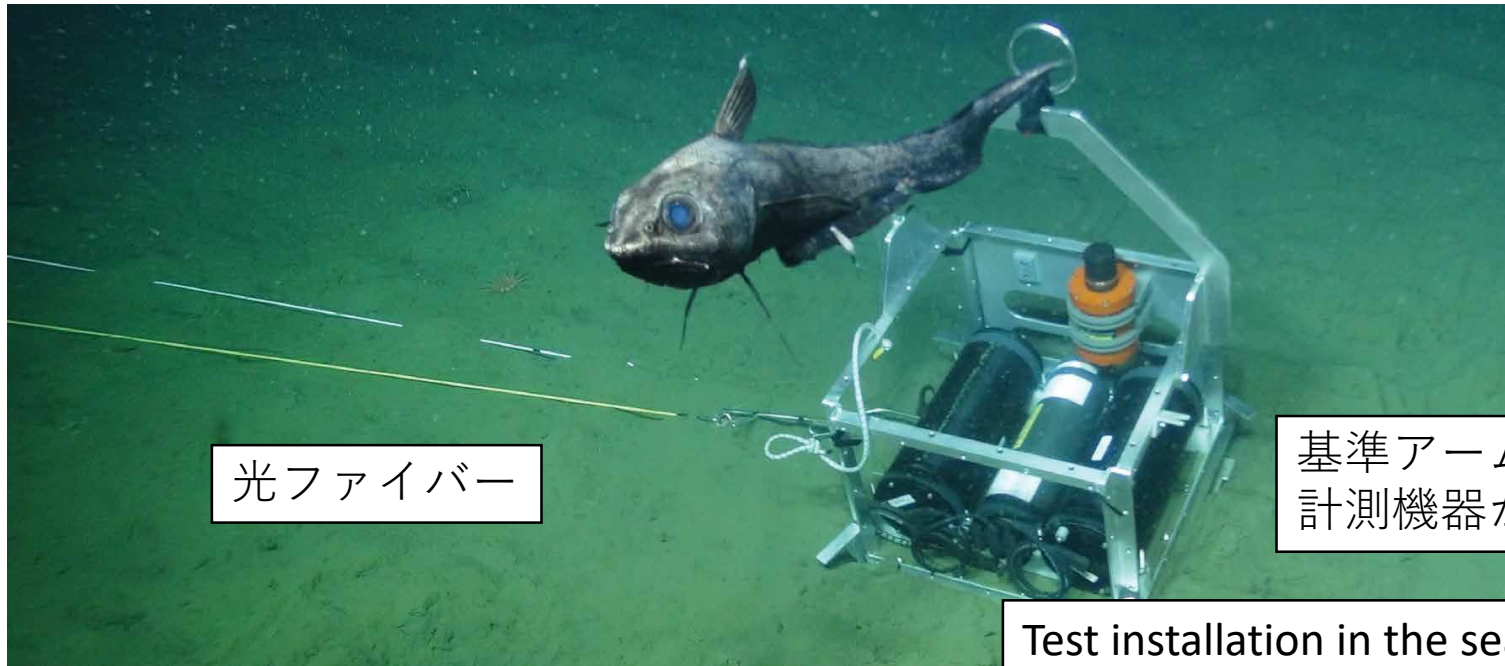
Test installation in the seafloor by  
Scripps Institution Oceanography (2015)

海底光ファイバー歪計は、スクリプス海洋研究所が研究開発してきたものをベースにDONET等海底ケーブル観測網に接続して連続観測が行えるものを開発することにした。

計測原理は、マイケルソン光干渉計の片側アームを海底などに張った光ファイバーとして、基準側のアームとの光路長を計測する仕組み。

アーム長（基線長）は、200m程度。

# 海底光ファイバー歪計の開発 課題



光ファイバー

基準アームと  
計測機器が収納

Test installation in the seafloor by  
Scripps Institution Oceanography (2015)

## 開発における課題

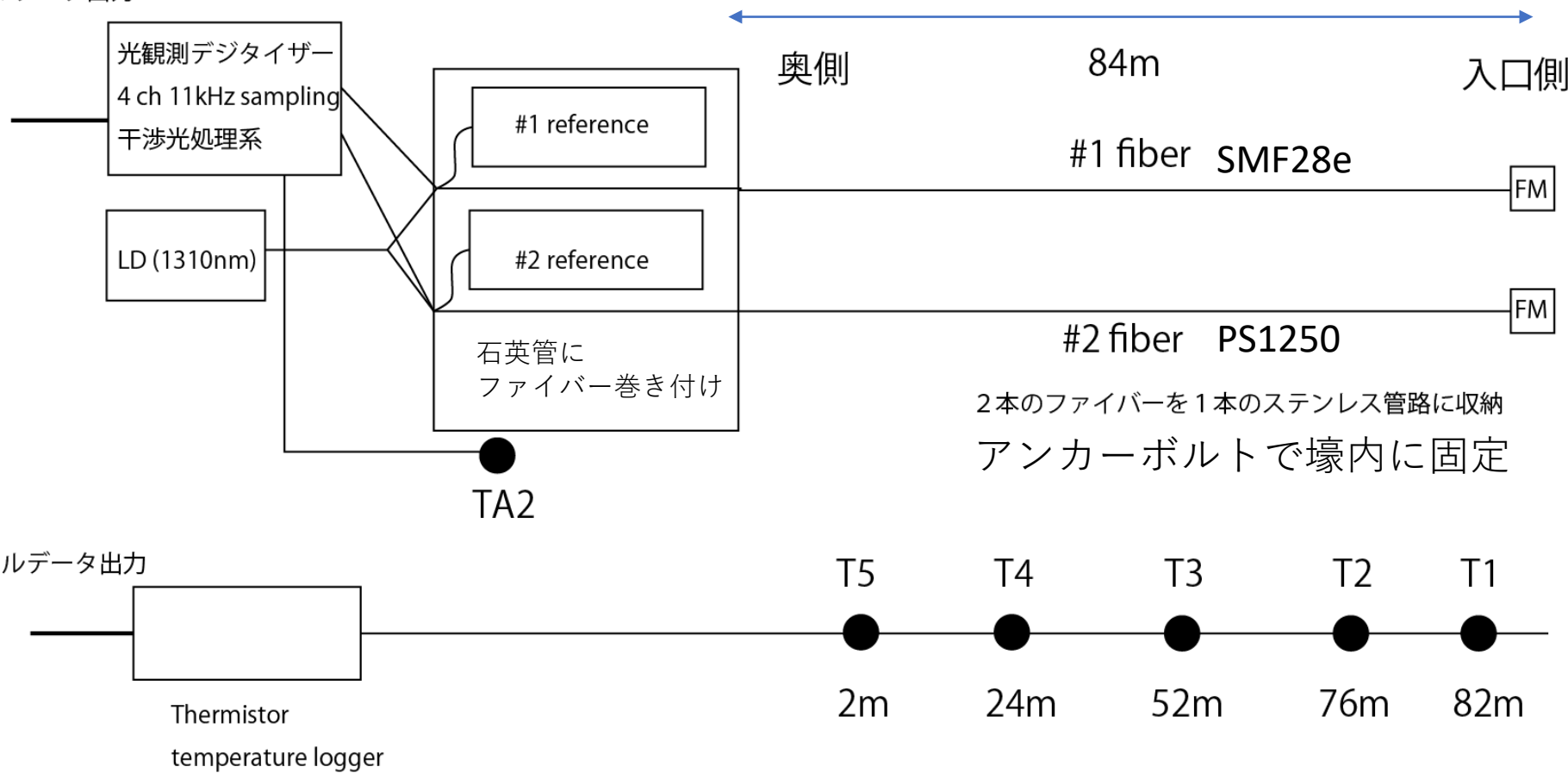
1. 地震・スロー地震・SSEなどを包含した広帯域の観測が可能か？
2. 海底での温度変化の影響補正
3. 海底水圧変動に伴う、海底変形の影響補正
4. 海底下の断層の動きに忠実に対応した観測のための設置手法  
どのような形・方法で海底に敷設するのがよいか？

課題を神岡鉱山内での陸上試験観測を通じて検討・解決する

# 神岡鉱山 光ファイバー歪計 試験システム

光ファイバー歪  
シリアルデータ出力

光ファイバーによるマイケルソン干渉計を構成



地震の比較：壕内の広帯域地震計（CMG3T）と行う。



# 壕内の光ファイバー歪計設置状況

2018/5 観測開始時



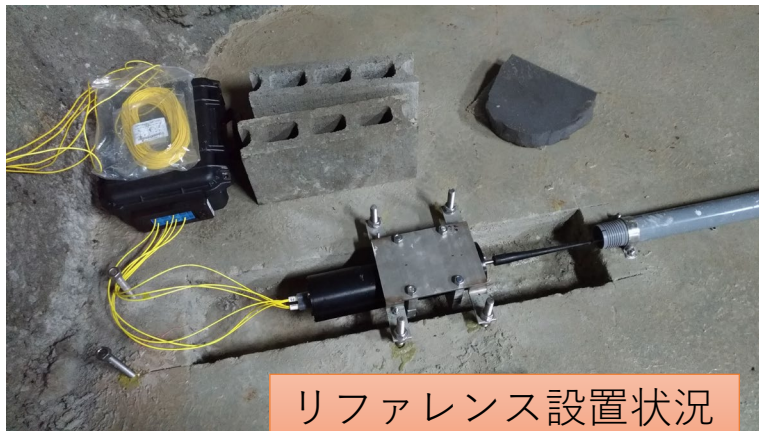
塩ビ管内のファイバーの滑りに伴うノイズが見られたためアイデアを棄却した。

塩ビ管内に設置・デカップル

2018/8下旬 設置手法再検討後



砂埋設により地盤とカップリング



リファレンス設置状況



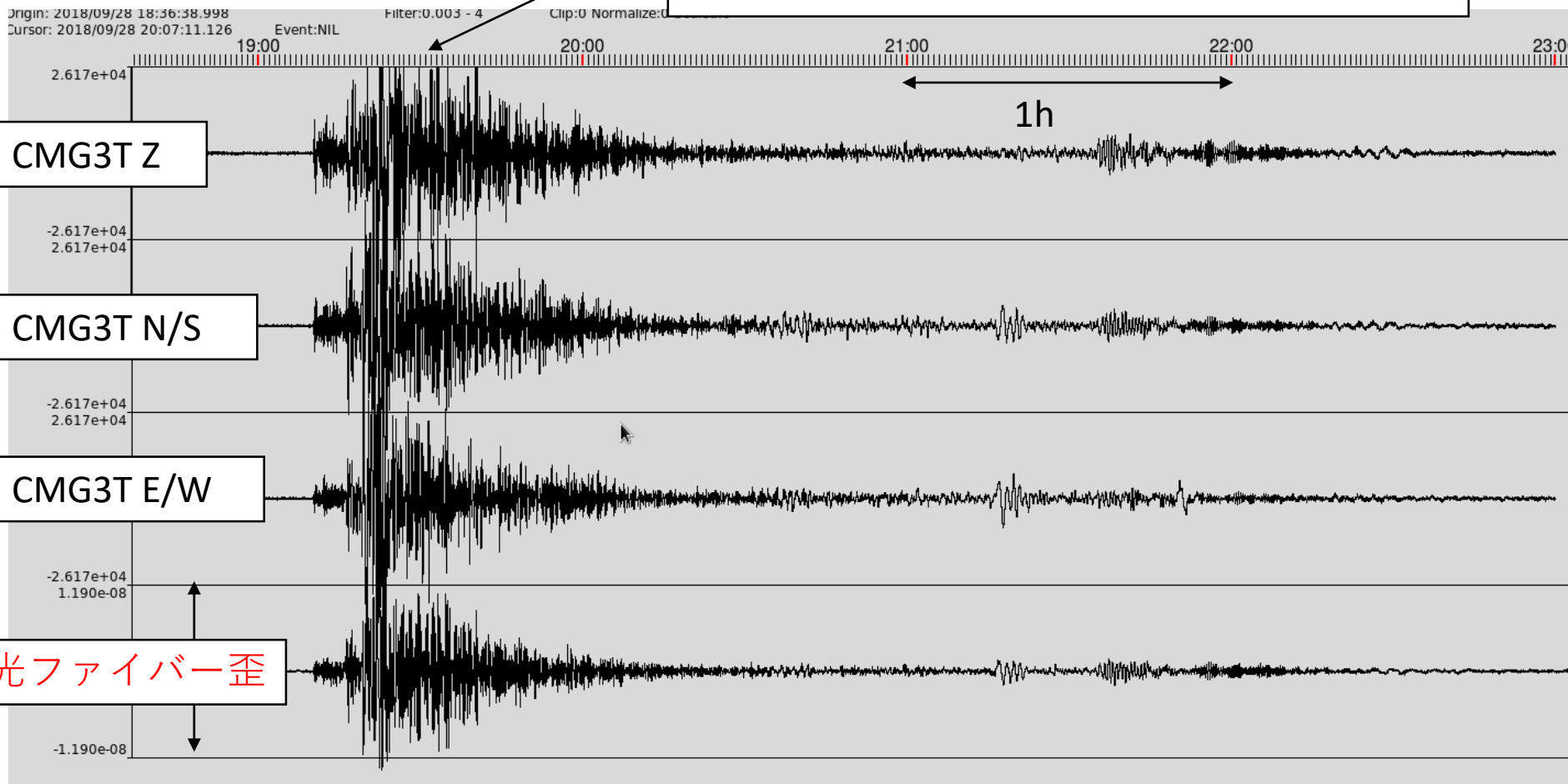
リファレンスの温度変化を抑える

# 光ファイバー歪観測結果：広帯域地震観測

Minahasa, Sulawesi, Indonesia

28 Sep 2018 10:02:43 UT 0.178S, 119.840E

10km M7.5



24 nstrain

# 光ファイバー歪観測結果：小地震の観測（微動観測を念頭）

2018-09-22 11:26:58.10 35.92N 138.147E 11.7km M2.6  
AKAISHI MOUNTAINS REG

2-4 Hz

Origin: 2018/09/22 11:19:45.307  
Cursor: 2018/09/22 11:25:54.951

Clip:0 Normalize:0 Scaled:0

CMG3T Z

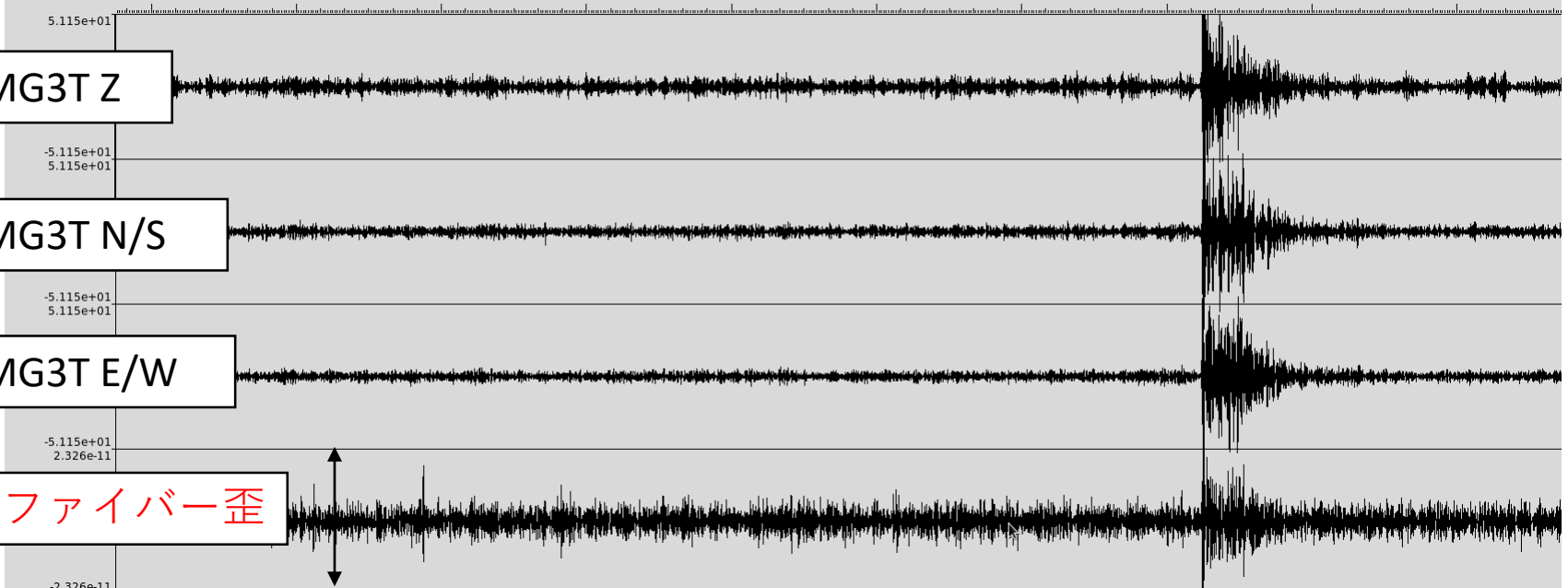
CMG3T N/S

CMG3T E/W

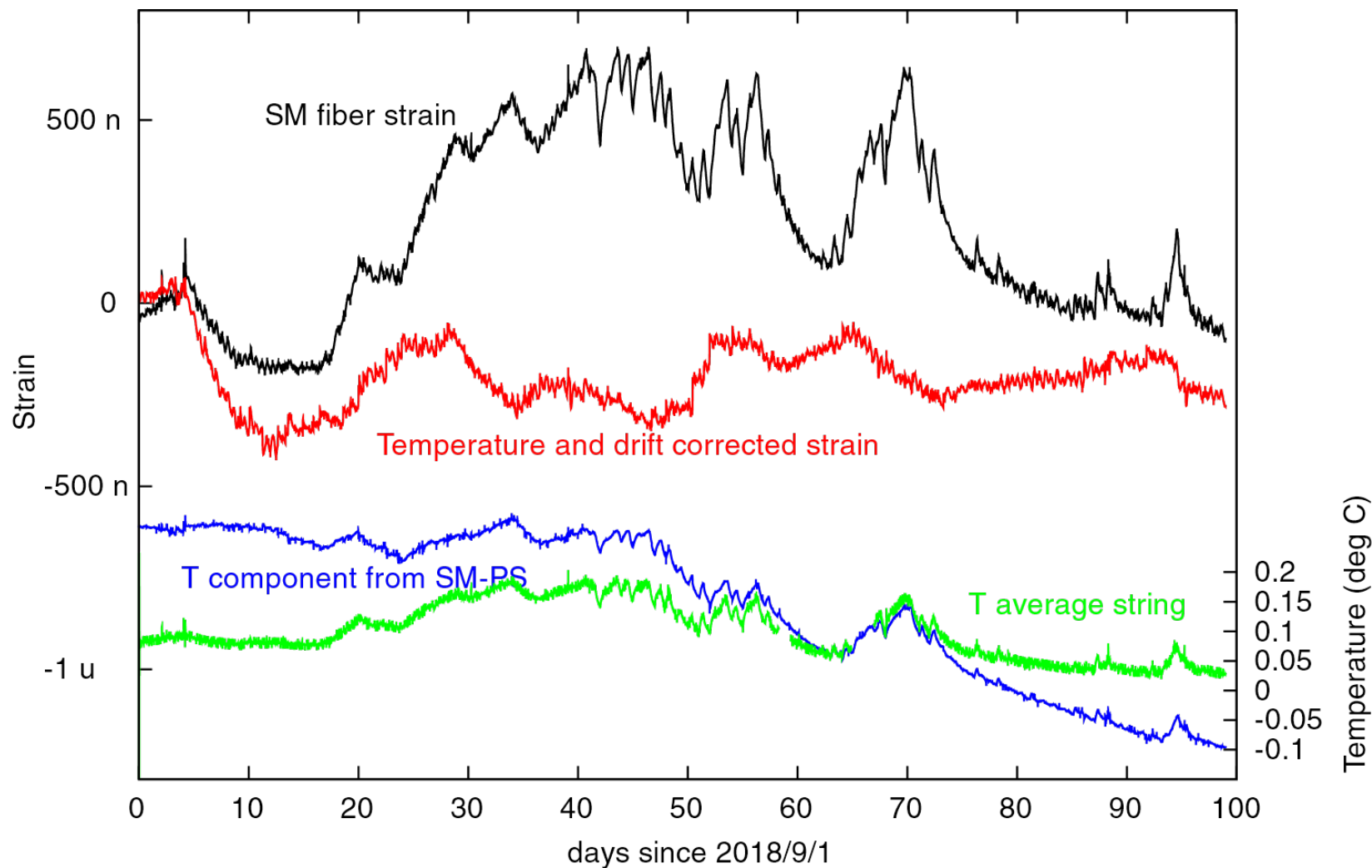
光ファイバー歪

46 pstrain

広帯域地震計と比べて不利ではあるが  
小地震の観測が十分にできるレベル

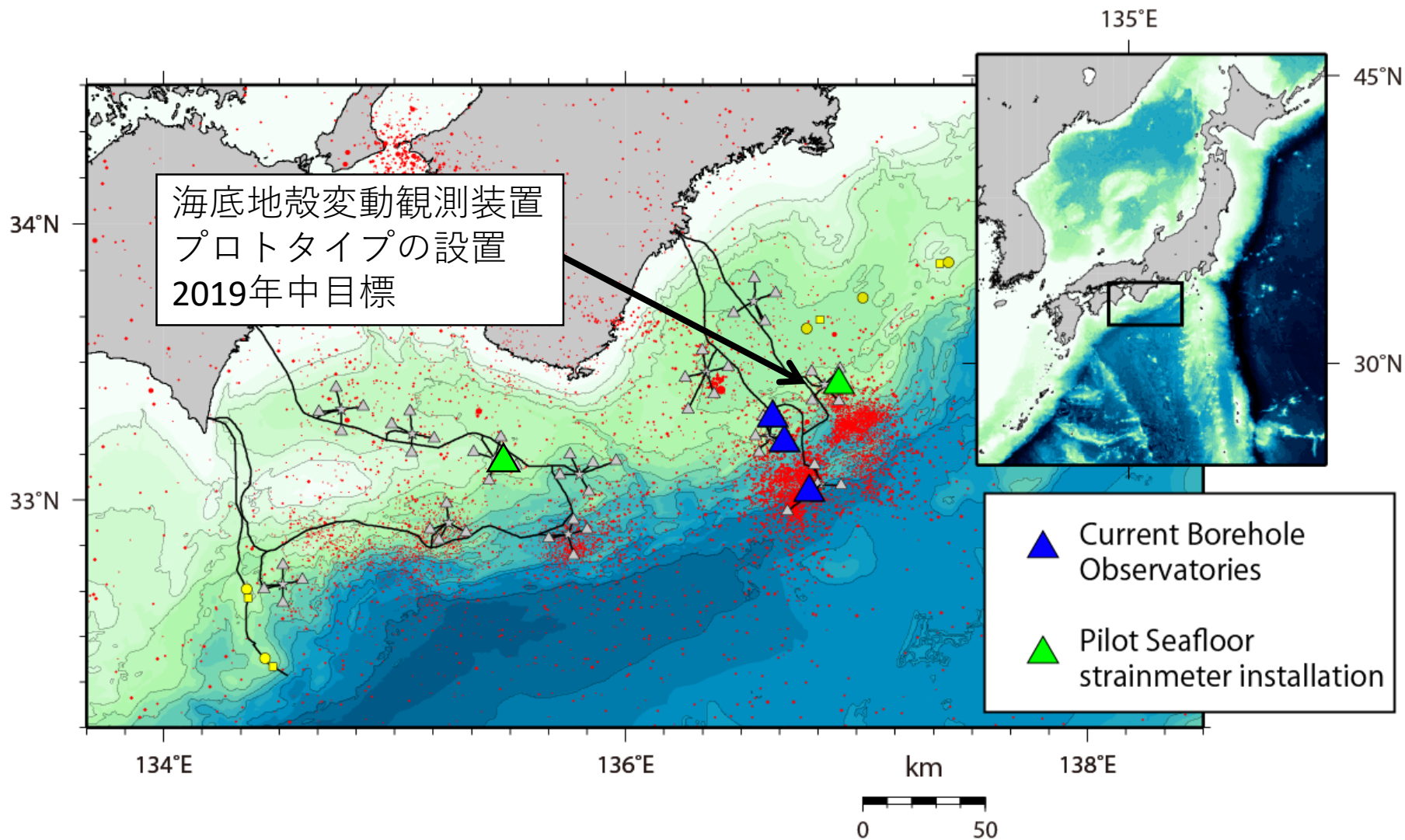


2本の温度係数の異なるファイバーにより、温度変化の影響を推定・観測歪変化から差し引くことはある程度成功し、歪は**200 nstrain**程度の長期安定度で計測でき、地球潮汐も明瞭に見えているが、もう少し検討が必要。





## 今後の予定



2019年度は神岡鉱山内でプロトタイプの安定度試験等を行った後、南海トラフ海底に光ファイバー歪計などの観測装置を設置し、データが得られ始める