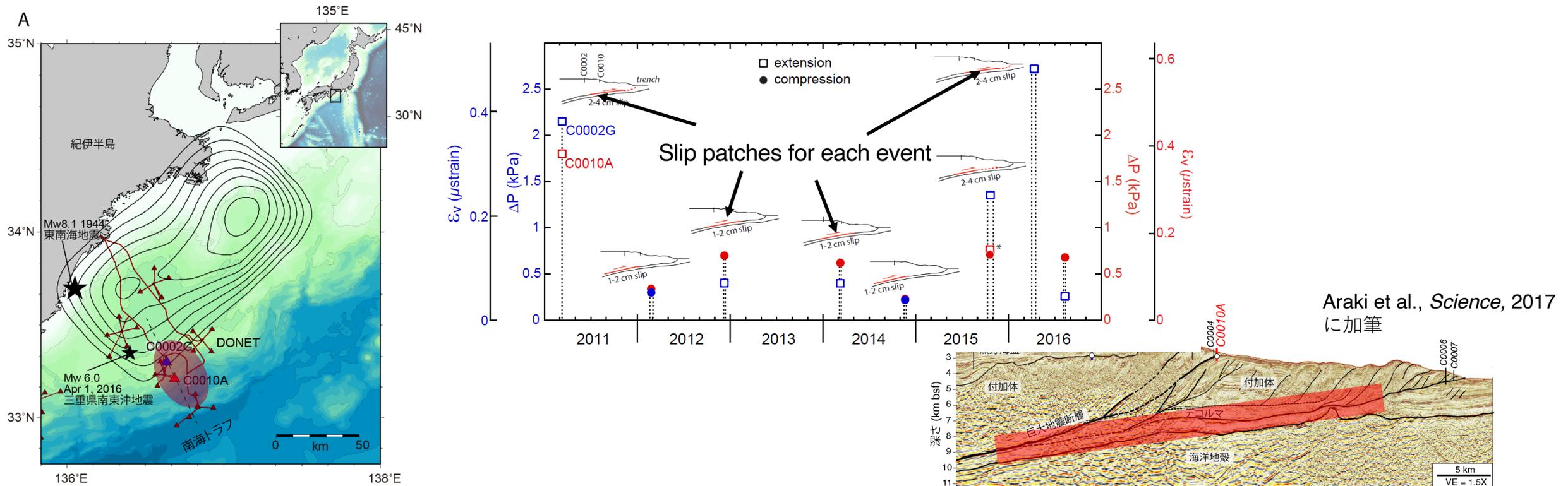


光ファイバーセンシングで拓く 沈み込む巨大地震発生帯の動態 把握

荒木英一郎 (海洋研究開発機構海域地震火山部門)

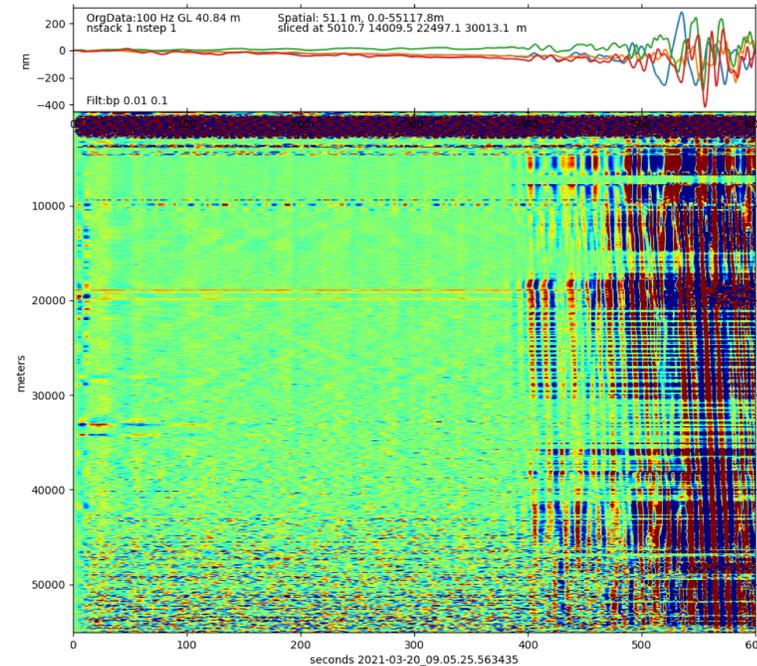
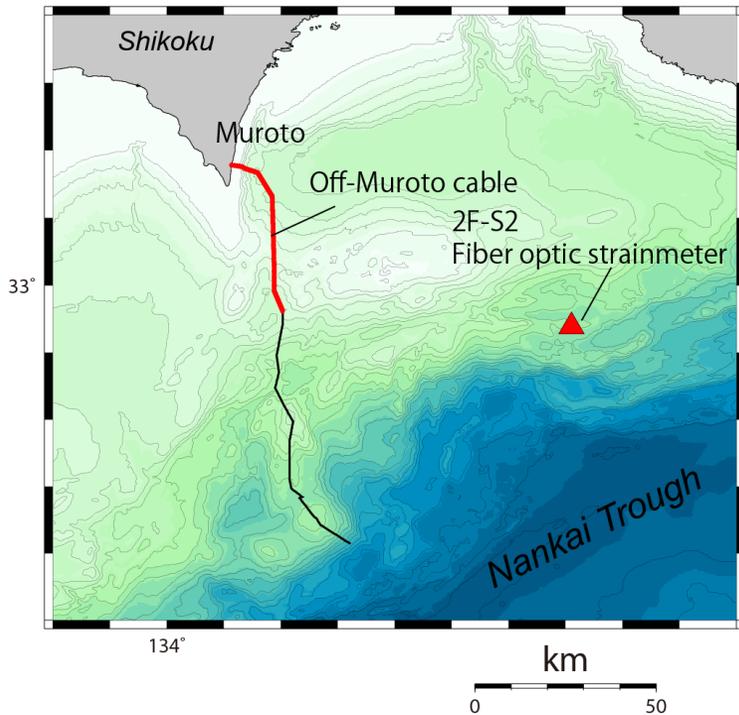
背景：海底ケーブル観測ネットワークの展開とゆっくりり現象の発見

- 現在DONETなどの海底に展開されたケーブル観測ネットワーク観測網の観測によって、地震・津波のリアルタイム実態把握が行われるようになっており、ゆっくりり滑り等の観測網展開前には知られていなかった現象も掘削孔を用いた観測などで把握され始めています。

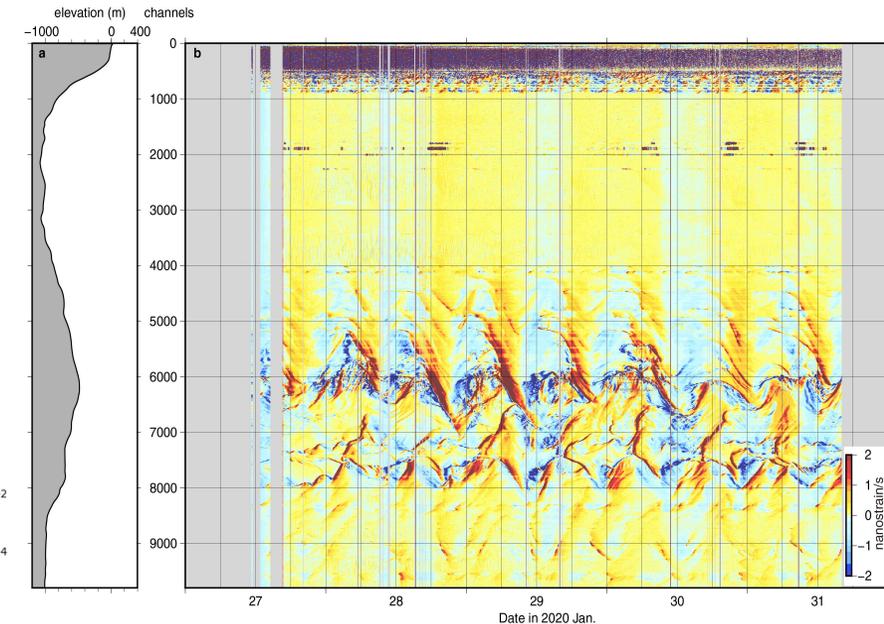


海底光ファイバーケーブルのセンサーとしての利用

- 海底に展開された光ファイバーケーブルをセンサーとした稠密な観測によって海域の巨大地震発生帯の動態を把握する試みが始まっています。それは地震などの短周期の現象だけでなくゆっくり滑りや年単位のプレート収束による海底変形をも検出しようとするもので、室戸沖などの海底ケーブルを用いた試験的な取り組みが始まっています。



DASにおける長周期観測ノイズの低減手法(荒木・横引、地震学会2021)



室戸沖海底光ファイバーケーブルDAS記録にみられる海底の温度変化 (Ide, Araki, Matumoto, EPS, 2021.)

Slow-to-Fast地震学：研究領域の概要

- R3年度より開始した科研費学術変革領域研究（A）「Slow-to-Fast地震学」（代表：井出哲（東大理））においても、これらを加速させることが期待されています。
- 研究期間：2021/9-2026/3
- 今世紀に発見された新現象「Slow地震」と社会的影響の大きな「Fast地震」の総合的包括的な理解によって地震学を再構築し、将来の地震発生について定量的な予測を行う。そのために研究領域「Slow-to-Fast地震学」を形成する。新学術領域研究「スロー地震学」で形成された物理学、地質学、地球物理学、地球化学の分野融合をさらに熟成する一方で、工学や情報科学等の新たな分野と連携し、先端的分野融合を展開する。実験観測による1次情報の取得から分析・解析を通じて総合的包括的な理解を目指す6つの計画研究と多数の公募研究、強い国際的リーダーシップに基づく多彩な共同研究によって、新しい学術への変革を起こすとともに、人類社会への貢献を目指す。

Slow-to-Fast地震学：研究領域の概要

- 研究領域ホームページでの、井出さんの言葉
- 日本は世界でも指折りの地震の多い国です。毎年多くの地震が起き、南海トラフの巨大地震や首都直下地震がいつかは起きると考えられています。将来の地震をより良く予測したいという願いは、地震を研究する人々に共通するものですが、簡単ではありません。
- そのような中で見つかった新しい現象、スロー地震（またはゆっくり地震、スロースリップなど）は、これまでの地震の理解を根底から変えるのではないかと注目されています。地震のときには地下で岩盤が急激に破壊し、強烈な地震波が放出され地面を揺らします。スロー地震のときにも、地下の岩盤は破壊しますが、どういうわけかゆっくり破壊するので、強烈な揺れにはなりません。
- あまりにゆっくりなので観察するのが難しく、今世紀になるまで見逃されていたのです。それでもこれまで20年くらいの研究により、世界各地で発見され、様々な性質がわかってきました。ただし、皆が関心のある巨大地震との関係は、あまりわかっていません。そこでスロー地震から普通の地震まで、地震という現象を幅広くとらえ、深く理解するための研究計画を立ち上げました。それが、この学術変革領域研究(A) Slow-to-Fast地震学（略称：SF地震学）です。

Slow-to-Fast地震学:計画研究

- 計画研究（6つ）
- Slow-to-Fast現象の物理化学プロセス解明（A01実験物理）
- Slow-to-Fast地震発生帯の構造解剖と状態変化究明（A02構造解剖）
- 世界の沈み込み帯から:SlowとFastの破壊現象の実像（A03 国際比較班）
- **Slow-to-Fast地震現象の詳細把握へ向けたマルチスケール観測技術の開発**（B01 新技術観測）研究代表: 田中 愛幸（東大理）
- 情報科学と地球物理学の融合によるSlow-to-Fast地震現象の包括的理解（B02 情報科学）
- 時空間マルチスケールモデルからの予測：大規模計算とSlow-to-Fast地震学（B03モデル予測）

Slow-to-Fast地震学：新技術観測

- 光計測、海中海底工学を取り入れた、時空間的に継ぎ目なく現象を捉えることのできる「マルチスケール観測」の技術を開発します。
- これまで見えなかったSlow-to-Fastの遷移過程の実態を解明することを目指します。
- ①スロー地震に関わる地下の流体移動を効率的に把握するための絶対重力計測技術
- ②スロースリップも含む地震現象を検出するための、100年にもわたる高い安定性、精度を持つ光ファイバセンシング技術
- ③時間分解を飛躍的に改善した海底地殻変動計測及び海溝近傍の超深海におけるスロー及びファースト地震の計測技術

Slow-to-Fast地震学：光ファイバセンシング技術

- 光ファイバセンシング観測装置の開発：長期の安定性を高め、slow-fastの遷移周期帯での 10^{-9} の歪変化の検出を目指します。

- フィールドでの検証観測：

- ①陸上フィールド 神岡鉱山 他

- ②海域フィールド 室戸沖海底ケーブル 他

これまでの観測手法との比較：孔内傾斜計、体積ひずみ計、光ファイバマイケルソン干渉ひずみ計、広帯域地震計、水晶温度計

光ファイバセンシング手法の比較：COTDR, DAS, BOTDR 等

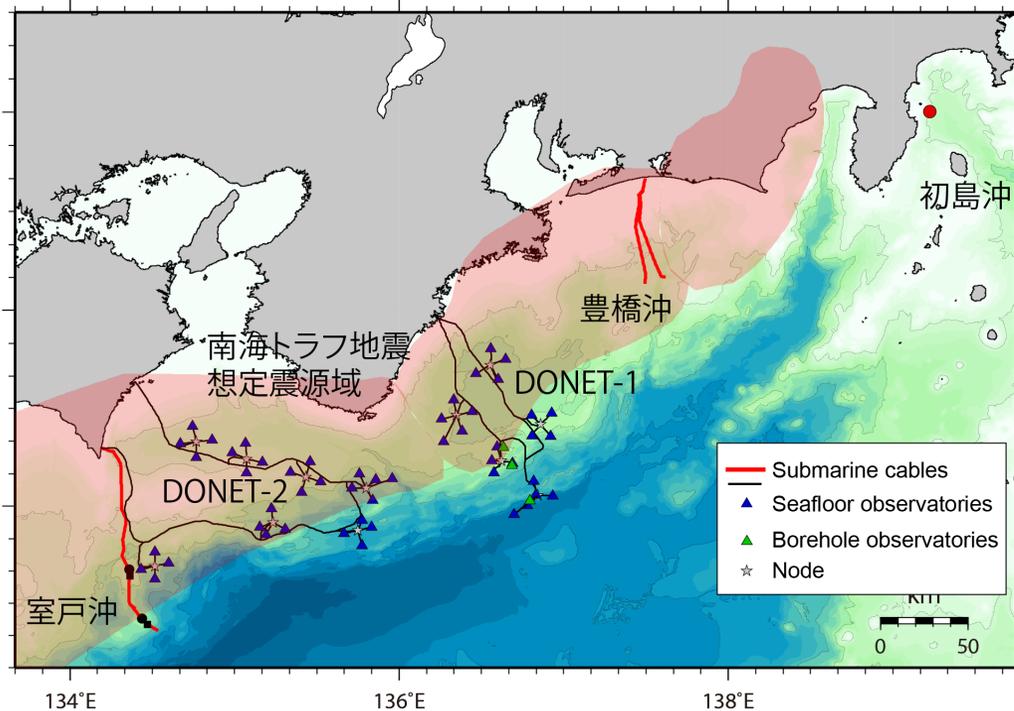
- 温度・水圧・歪などの分離手法の検証

陸上フィールド 神岡鉱山

神岡鉱山内に傾斜計・体積ひずみ計・水晶温度計・
広帯域地震計などのほか
光ファイバーひずみ計などが設置されており、
比較観測が可能。



海域フィールド 室戸沖海底ケーブル 沖合まで約120km
光ファイバーが海底に展開されている。



室戸海底ケーブル陸上局舎

Slow-to-Fast地震学：公募研究の募集

- 詳しくは、ホームページ(<https://slow-to-fast-eq.org/news/006/>)。ですが、
- 締め切り 2022/1/28 PM
- 最大200万/年-10件 最大400万/年-9件 (領域全体)
- 新技術開発 (研究項目B01)で期待する研究：計測精度をより向上させるための開発研究、既存の計測機器との比較観測による開発機器検証のための共同観測、新しい種類のデータに適した解析手法の開発
- 光ファイバー関連で言えば、神岡鉱山や室戸沖ケーブル他のJAMSTECファシリテイを使った研究や、計画研究等で開発した観測装置を他のフィールド・ターゲットへ適用するような研究も共同で実施することが考えられると思います。
- お気軽にご相談いただければ・・・

おわりに

- ここでは、ゆっくり滑り～ゆっくり地震の海底光ファイバーケーブルによる把握を中心にお話ししましたが、光ファイバーセンシングが広域・稠密・リアルタイム・リニアな計測ができるという特徴は、海域の巨大地震発生帯で起こりうる、津波・地震に伴う強震動・海底地すべりなど様々な現象の包括的な把握・対応に大きく役立つものと考えております。
- 今後、海底光ファイバーケーブルによるモニタリング技術を様々なかたちでより高度化し、実装することで、巨大地震発生帯等の把握・対応を迅速に行えるようにしていきたいと考えております。