

神奈川県温泉地学研究所

令和6年度

研究成果発表会講演要旨集

日時 令和6年11月29日(金) 13時50分から16時35分

会場 温泉地学研究所2階会議室 及び Zoomによるハイブリッド

令和6年度温泉地学研究所研究成果発表会プログラム

日時：令和6年11月29日（金） 13:50～16:35（13:20 受付開始）

開催場所：温泉地学研究所2階会議室＋オンライン（Zoom）

■開会挨拶

13:50-14:00 温泉地学研究所長 板寺 一洋

■口頭発表（括弧内は発表者）

- (1) 14:00-14:25 自治体が設置した強震計を使って推定した2024年能登半島地震の断層破壊（本多 亮）
本研究では2024年1月1日16時10分に発生したM7.6の地震（2024年能登半島地震）について、広範囲かつ高密度に分布する自治体設置の強震計のデータを用いてアレイバックプロジェクション解析を行い、破壊がどのように進展していったのかを推定しましたので、その結果について紹介します。
- (2) 14:25-14:50 研究成果を如何にして地域社会に還元するか？（文科省PJ三浦半島活断層群調査における取組）（小田原 啓）
東京大学地震研究所、防災科学技術研究所と共同で実施している三浦半島活断層群調査において、プロジェクト全体の概要と当所が担っている地域連携勉強会の取り組み内容について紹介します。
- (3) 14:50-15:15 2023年以降の県内地震活動・箱根火山活動について（安部 祐希）
神奈川県およびその周辺地域を中心とした2023年以降の地震活動の概要と箱根山の火山活動についてお話しします。

休憩（15:15-15:25）

- (4) 15:25-15:50 大涌谷の地下はどうなっているのか？電磁探査の最新結果と新手法の開発（萬年 一剛）
地下の電気の通りやすさを測定する電磁探査という技術の一種、CSAMT法探査により、大涌谷の地下の様子がわかってきました。この結果をもとに、大涌谷にはなぜ噴気や温泉があるのか2015年噴火はなぜ起きたのかを考えます。
- (5) 15:50-16:10 地層別にみた神奈川の湧水の特徴（難波 あゆみ）
地下水が自然状態で地表に流出したもの、もしくは地表水に流入するものを湧水と呼びます。湧水の水質は地域ごとに特徴があり、本発表では水を貯える帯水層の地質ごとに湧水の水質特性を捉えましたので、その成果を発表します。
- (6) 16:10-16:30 箱根温泉～60年超の観測結果から見えるもの（菊川 城司）
箱根温泉では、これまで60年以上にわたって源泉のモニタリング調査が実施されてきました。その結果から箱根温泉の現状を紐解くと共に、温泉保護のあり方について考えます。

■閉会挨拶

16:30-16:35 研究課長 宮下 雄次

※口頭発表の内容および順番はやむを得ず変更させていただく場合があります。

目次

口頭発表

自治体が設置した強震計を使って推定した 2024 年能登半島地震の断層破壊	1
研究成果を如何にして地域社会に還元するか？（文科省 PJ 三浦半島活断層群調査における取組）	3
2023 年以降の県内地震活動・箱根火山活動について	5
大涌谷の地下はどうなっているのか？ 電磁探査の最新結果と新手法の開発	7
地層別にみた神奈川の湧水の特徴	9
箱根温泉～60 年超の観測結果から見えるもの	11

自治体が設置した強震計を使って推定した

2024 年能登半島地震の断層破壊

○本多 亮

1. はじめに

能登半島の北東端にあたる奥能登地方では、2020 年 12 月末ごろから群発地震活動や地殻変動が継続的に観測され、2023 年 5 月には M6.5 の地震が発生しました。さらに、2024 年 1 月 1 日 16 時 10 分には、その群発地震の発生域のごく近傍で M7.6 の地震（2024 年能登半島地震）が発生し、多くの被害が発生しました。この地震は余震分布が複雑であるとともに、様々なタイプの余震が発生していることから断層面の形状や破壊の進展が複雑であることが示唆されています。また、150km を超える長さの断層が動いたため、断層面上の様々な場所から強い地震波が放出されたと考えられます。本研究では「日本海における大規模地震に関する調査報告会」（国土交通省, 2021）および「日本海地震津波調査プロジェクト」（文部科学省, 2021）で提案されている断層モデルを参考に Fne、Fc、Fsw の 3 枚の断層（図 1）を仮定して、断層破壊がどのように進展しどこから強い地震波が放射されたのかについて解析を行いました。

2. 使用したデータ

この地震では、気象庁・防災科研などの観測点に加え、自治体が設置した強震計でもデータが取得・公開されています。本研究では長野県が設置した強震計のデータを SK-net(Takano and Uehara, 2014) から取得しました。これらのデータは非常に密な観測網で得られており、アレイ解析するのに適しています。アレイとは多数の地震計の集まりのことで、アレイを使って観測すると、観測された地震波がどのくらいの速さでどちらの方角から波が来たかを調べることができます。さらに断層面を仮定することで、その波が断層のどこから放射されてきたかを推定できます。今回は長野県内の自治体強震計と防災科研 K-net および KiK-NET（防災科学技術研究所, 2019）を合わせた合計 23 観測点を、アレイとみなして解析に使用しました。

3. 得られた結果

解析は、2つの周波数帯（低周波側 0.05~2.0Hz および高周波側 0.5~5.0Hz）の速度波形を使って行いました。低周波数側の解析結果からは、断層 Fc 上の震源付近と輪島市北部付近に強い地震波を放出した領域が推定されており（図 2 の色がついた領域）、海岸線の隆起を起こした断層運動を示していると考えられます。一方で、珠洲市の北東に設定した断層 Fne からはほかの領域に比べるとこの周波数帯ではほとんど放射強度が得られていません。これは大きな断層滑りがなかったことを示唆しています。高周波側を使った解析結果では、断層 Fsw の輪島市南部付近で放射強度の強い領域が推定されています。

この断層破壊によって発生した波は、珠洲市方面から到達する地震波とほぼ同時刻に富来（志賀町）や輪島などに到達したと考えられることから、地震の揺れによって大きな被害を被ったこれらの地域の強震動に影響を与えた可能性があります。一方、震源付近には高周波側では強い放射強度の分布は得られず低周波側のみで地震波を出しているように見えます。地震時に低周波数の波が卓越する原因としては、地震を発生させる断層内の流体（マグマや熱水）の存在が挙げられます。実際、2020 年 12 月末からの群発地震活動は、地下深部からの流体の上昇が引き金になっていると考えられており、今回の地震の震源は流体が侵入した領域の浅部にあたることから、今回の地震の発生においてもそのような流体の関与が考えられます。

謝辞

破壊伝播の解析には、防災科学技術研究所の K-net および KiK-NET に加え、長野県内の震度計のデータを SK-net (東京大学地震研究) のウェブよりダウンロードして使用しました。記して、感謝いたします。

参考文献

防災科学技術研究所 (2019) NIED K-NET, KiK-net, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience. doi:10.17598/NIED.0004. Accessed 11 Sep 2024

国土地理院 (2014) , 日本海における大規模地震に関する調査報告会, 神奈川県およびその周辺における 2022(令和 4)年の地震活動, https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/daikibojishinchousa/. Accessed 9 Sep 2024

文部科学省(2021),日本海地震津波調査プロジェクト, https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/Japan_Sea/. Accessed 9 Sep 2024

Takano K, Uehara M (2014) Current Status of Data Collection in the Seismic Kanto Strong Motion Network in Metropolitan Area: SK-net. Technical Research Report, Earthquake Research Institute, the University of Tokyo 1-10

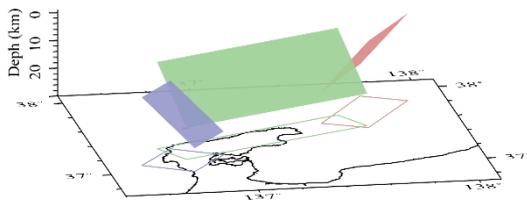


図1 仮定した断層面

Fsw (青)、Fc (緑)、Fne (赤) の3枚を仮定。Fne のみ北西傾斜で、他の2枚は南東傾斜の断層。

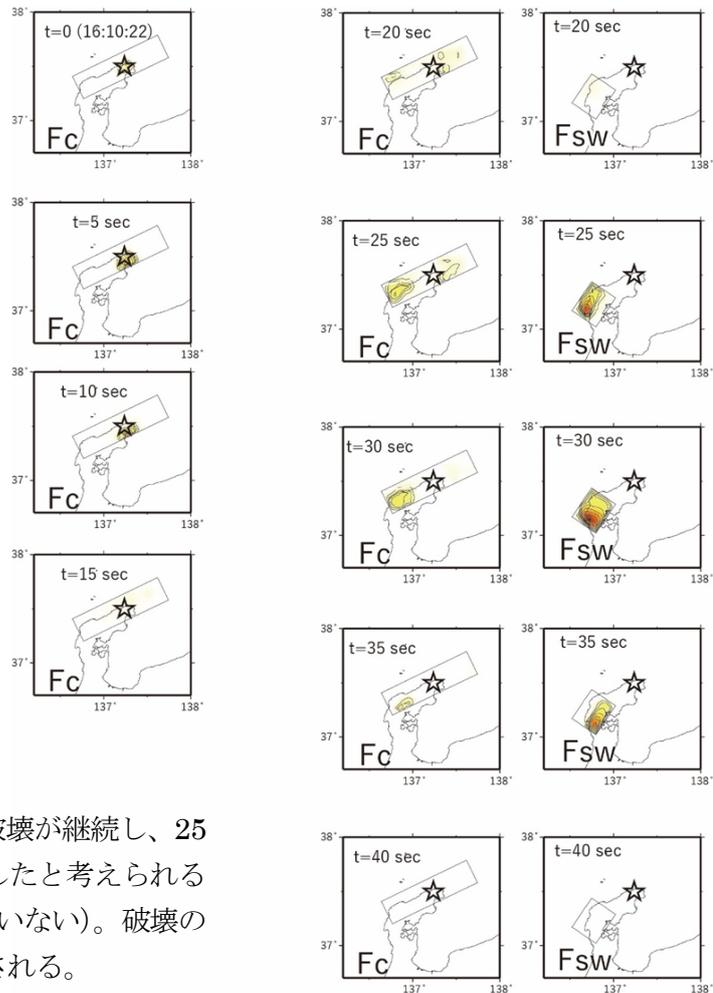


図2 破壊伝播の様子 (長周期)

最初の 15 秒程度は Fc の震源周辺で破壊が継続し、25 ~30 秒後に Fsw で強い地震波を放出したと考えられる (Fne からは、ほとんど地震波がでていない)。破壊の継続時間は全体で約 40 秒程度と推定される。

研究成果を如何にして地域社会に還元するか？

(文科省 PJ 三浦半島活断層群調査における取組)

○小田原 啓、本多 亮、長岡 優 (温泉地学研究所)

1. はじめに

文部科学省では、令和5年度より3か年計画で「三浦半島活断層群（主部/武山断層帯）における重点的な調査観測」（研究代表者：東京大学地震研究所 石山達也准教授、参画機関：東京大学地震研究所、防災科学技術研究所、神奈川県温泉地学研究所）を実施しており、当所ではサブテーマ4「地域連携勉強会」を主として担当しています（図1）。地域連携勉強会を通じて調査観測の成果を示すとともに、地震防災に対する課題やニーズを把握し実際の取り組みに繋げていくためには、地方自治体、ライフライン事業者、教育関係者、地域住民との連携が不可欠であると考えています。本発表では三浦半島断層群や本計画の概要といくつかの取り組み事例を紹介します。

サブテーマ4: 地域連携勉強会（温泉地学研究所）

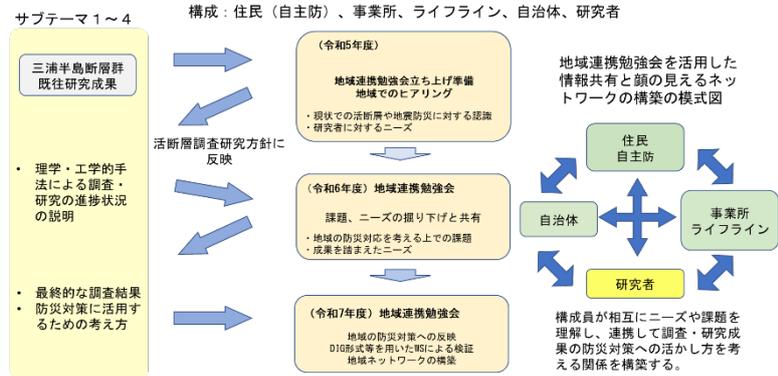


図1 プロジェクトにおける地域連携勉強会のイメージ図

2. 三浦半島活断層群

三浦半島断層群は、三浦半島の中・南部及びその周辺海域に発達する活断層群であり、三浦半島断層群主部と三浦半島断層群南部からなります（図2）。三浦半島断層群主部は、西北西-東南東方向に走る北側の衣笠・北武断層帯と南側の武山断層帯に分けられます。衣笠・北武断層帯の最新活動時期は、6～7世紀、平均的な活動間隔は約1900-4900年程度であった可能性が指摘されています。武山断層帯の最新活動時期は、概ね2300年前以後、1900年前以前であったと考えられており、その平均的な活動間隔は1600年-1900年程度であったと推定されています。三浦半島断層群南部の最新活動時期は約26,000年前以後、約22,000年前以前であったと推定されていますが、その平均的な活動間隔は不明です（地震調査委員会、2002）。

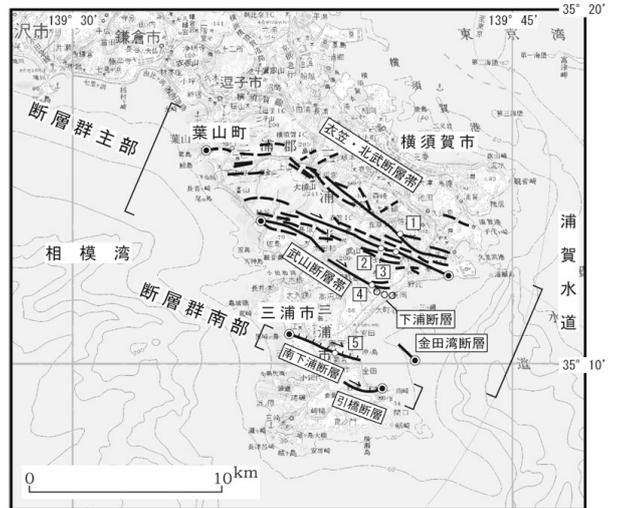


図2 三浦半島断層群の位置

3. 人工地震探査現地見学会

本事業において構造探査がどのように行われるかを実際に見てもらい、具体的なイメージを持って理解を深めてもらうため、自治体担当者やライフライン事業者を対象として横須賀市武山において人工地震探査の現地見学会を実施しました。現地見学会では、最初に石山准教授に本調査観測が三浦半島断層群（主部/武山断層帯）の長期評価と強震動予測の高度化に資することや、反射法地震探査の概念と活断層のイメージングの方法、調査の概要（期間、測線、振源等）について説明していただき、起振車が実

際に地面を叩いて振動を起こす様子や、受振点の設置状況を見学してもらいました（図 3）。参加者からは断層帯の長期評価が時空間的にどの程度高度化されるのかという質問があったほか、今回の調査結果が地震被害想定にどのように関係するのか興味を持ったという感想や、来年度以降も現地見学会を継続してほしいという要望が寄せられました。



図 3 人工地震探査の様子

4. 自治体・ライフライン事業者向け地域連携勉強会

自治体・ライフライン事業者向け地域連携勉強会を 2024 年 7 月 26 日に横須賀市産業交流プラザで開催しました。参加者は 21 名でした（図 4）。東大地震研の石山准教授と三宅准教授、防災科研の森川主任研究員と松原主任研究員、当所の本多主任研究員より、本事業の全体像と各テーマの実施経過報告を行いました。今回、説明者に対して「細かな説明よりも、視覚的にわかりやすい図になるような工夫」「スライドは少なめに、ゆっくり話す」「参加者からの事前質問に対して、(わからない、も含めて) なんらかの回答が含まれるように」という点に留意して説明してもらいました。それでもなおアンケートの回答では「学術的な内容が多かったが、それを防災や民間企業の活動にどう落とし込めるのかが、もっと知りたかった」「ベースとなる知識がないために、難しいと感じた部分がある」というように、まだ分かりにくいという感想が多くみられました。今後、専門用語を使わない発表、事前の基礎講座、ワード集のようなものを準備するなどの工夫が必要だと思われます。

5. 教員向け地震防災教育に関するアンケート調査

神奈川県内（政令指定都市を除く）の小中学校の教員を対象として、地震防災教育に関するアンケート調査を 7 月から 8 月にかけて実施しました。調査にあたっては、神奈川県教職員組合の協力により電子メールでチラシを配布し、Google フォームで回答してもらいました。回答数は 557 件でした。現在取りまとめ中のアンケート結果からは、活断層や地震について詳細に知っている教員が少なく、防災訓練や授業等で地震や活断層の話をするのが難しいといった実態があり、その中で、研究者をアドバイザーとして必要（検討したいを含む）との回答が多くあり、ニーズは確実に存在すると思われま



図 4 地域連携勉強会（2024/7/26）

そのニーズは、教員向けの勉強会というよりも、わかりやすい教材や資料、それらへの簡単なアクセス方法が知りたいという傾向が見て取れました。どのような形で我々研究者が教育現場に情報を発信し、現場の教員が研究者と連携を取って子どもたちへ質の高い地震防災教育を行うことができるようになるのか、今後検討し実行していきたいと考えています。

参考文献

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2002）三浦半島断層群の長期評価について． 33p.

2023 年以降の地震活動と箱根火山の火山活動について

○安部祐希

1. はじめに

温泉地学研究所（以下、当所とする）では、箱根火山の活動状況や神奈川県内およびその周辺の地震活動の把握を目的として、神奈川県西部地域を中心に地震観測網を展開し観測を行っています。本報告では、当所および気象庁などの他機関の観測データに基づき、2023 年 1 年間の神奈川県周辺の地震活動及び箱根火山の火山活動について紹介します。加えて、2024 年 8 月 9 日に発生し、神奈川県において最大震度 5 弱の揺れを観測したマグニチュード 5.4（以下、M5.4 とする）の地震の解析結果を紹介します。

2. 神奈川県で観測された地震

2023 年 1 年間に当所で震源決定した地震（図 1）は 967 回あり、そのうち気象庁により県内市町村で震度 1 以上の揺れが検知された地震は 10 回でした。最大の地震は 2023 年 1 月 11 日に足柄平野で発生した M4.0 の地震でした。地域別では、箱根で 454 回、足柄平野で 178 回、丹沢山地で 219 回、神奈川県東部で 54 回、相模湾で 17 回、伊豆で 33 回、静岡東部で 12 回の地震を観測しており、箱根では例年よりもやや多い地震回数でしたが、それ以外の地域では例年とほぼ変わらない回数でした。箱根では、2023 年 1 月から 4 月に比較的大きい M2 程度の地震が散発的に発生し、2023 年の最大地震は 4 月 18 日に発生した M2.2 の地震でした。また、2023 年 8 月に 2 回、10 月に 1 回の群発地震が観測されました。

2023 年 1 年間に、遠地で発生した地震を含め、気象庁により県内市町村のいずれかで震度 1 以上の揺れが検知された地震は 62 回でした。そのうち最大の地震は 2023 年 5 月 5 日に能登半島沖で発生した M6.5 の地震であり、この地震により川崎市で震度 1 の揺れを観測しています。2023 年に神奈川県で観測された最も大きい揺れは、横浜市と川崎市で観測された震度 4 であり、この揺れは千葉県南部で発生した M5.2 の地震によるものでした。それ以外の地震では、県内で震度 4 以上の揺れは観測されませんでした。

3. 箱根火山の活動について

2023 年には地殻変動、地震活動、火山ガスなど当所の各種観測項目において、箱根火山の活発化が見られました。2023 年 7 月から、箱根火山を挟むように設置されている小田原市と静岡県裾野市の測量基準点間の距離が増加し、箱根火山全体が膨張していたことがわかりました（図 2a）。2022 年は地震の月平均発生回数が 17 回であったのに対し、2023 年は 5 月に 62 回の地震が検出されて以降 1 か月あたりの発生回数が 20 回を下回る月はなく、地震活動がやや活発な状態が続きました（図 2b）。また、8 月と 10 月には群発地震が観測されました。2023 年 8 月と 9 月には大涌谷において、マグマに由来するガスの成分である二酸化硫黄の一日当たりの放出量が、それまでの 1 年間の平均の倍以上の量となりました（図 2c）。また、2023 年 5 月以降、大涌谷の噴気近傍の空気に占める二酸化硫黄の硫化水素に対する濃度比がそれまでの 1 年間と比較して 2 倍程度かそれを越える状況となっております（図 2d）。上湯噴気地においては、火山活動の活発化に伴って明瞭に増加することが知られている、噴気中の二酸化炭素の硫化水素に対する濃度比が、6 月以降それまで 1 年間の平均の倍程度となりました（図 2e）。このように、平時に比べて火山活動がやや高まった状況が 2023 年末まで継続し、2024 年以降も同様な状況がたびたび観測されております。

4. 2024年8月9日に神奈川県西部で発生したM5.4の地震について

2024年8月9日19時57分ごろ神奈川県西部を中心に最大震度5弱の揺れを記録する地震が発生しました。この地震について当所が解析した結果、震源は秦野市西部の深さ12.6kmと推定されました。10月時点で余震活動は収まっておりませんが、余震の頻度はほぼ単調に低下しており、地震活動の活発化はこれまでのところ見られておりません(図3)。震央の近くには、国府津-松田断層帯、平山-松田北断層帯、伊勢原断層など、大規模な活断層が分布しますが、現在までこれらの活断層付近において地震活動の活発化は見られておりません。さらに、この地震を引き起こした断層面の形状や断層運動の方向について、多数の地震観測点で得られた地震波形を用いて余震の高精度な震源決定などを行い、解明を試みましたが、明確に解釈できる結果は得られておりません。

謝辞

地震の検測には、当所の観測点に加えて、防災科学技術研究所、気象庁、東京大学地震研究所の観測点を使用しました。各市町村の震度には、気象庁の震度情報を使用しています。図の作成には Generic Mapping Tools (version 6) を使用しました。地殻変動の解析には国土地理院の GNSS 連続観測システム GEONET のデータを使用しました。

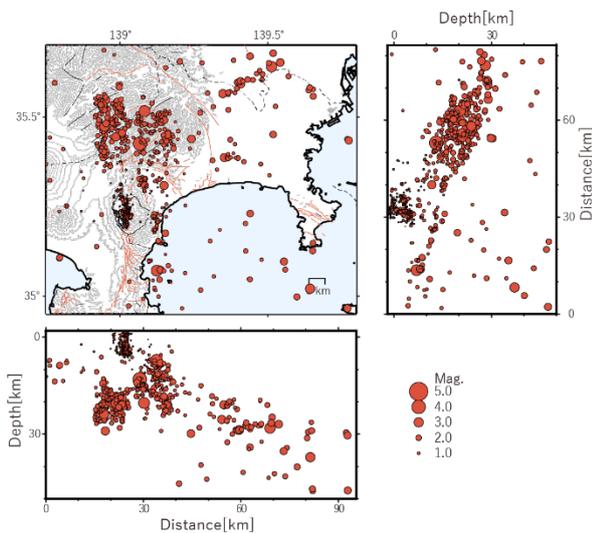


図1 神奈川県周辺で2023年に発生した地震の震源分布

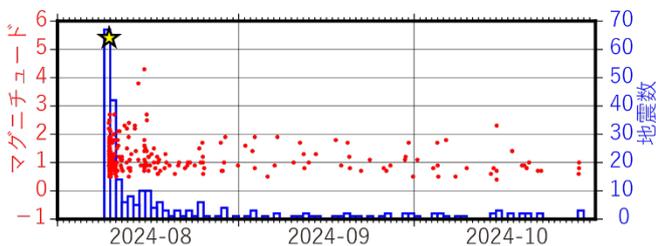


図3 余震活動の推移。★本震の発生時刻とマグニチュード
●余震の発生時刻とマグニチュード
□一日当たりの余震の発生回数

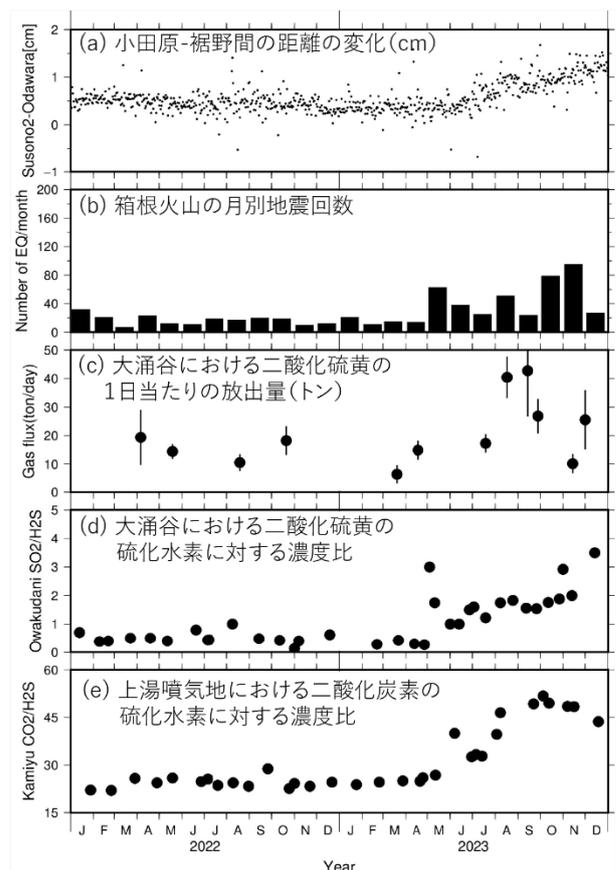


図2 それぞれの観測値の時系列