神奈川県

神奈川県温泉地学研究所

令和８年度

研究成果発表会講演要旨集

日時　令和８年11月27日(金)　13時30分から16時15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8年度温泉地学研究所研究成果発表会プログラム

■開会挨拶

13:30-13:35　温泉地学研究所長　宮下 雄次

■口頭発表(括弧内は発表者)

(1) 13:35-14:00　2025年以降の県内地震活動と箱根山の火山活動について（安部 祐希）・・・・・・・ 1

(2) 14:00-14:25　大涌谷における稠密地震観測：台湾中央研究院とのコラボレーション（本多 亮）・・ 3

(3) 14:25-14:50　熱赤外カメラで噴気地帯の活動を測る（原田 昌武）・・・・・・・・・・・・・・・・ 5

休憩(14:50-15:00)

(4) 15:00-15:25　多様な観測データに基づく箱根火山の活動定量化
－火山活発化指数（VUI）の導入－（栗原　亮）・・・・・・・・・・・ 7

(5) 15:25-15:50　降灰シミュレーションコードTWiCEの開発と富士山噴火への応用（萬年 一剛）・・・・ 9

■ポスター発表　（会場のみ、要旨なし）

○　小型ドローンを用いた箱根山大涌谷から放出される火山ガス濃度及び風向風速の測定（宮下 雄次）
○　自然環境保全審議会温泉部会からみた神奈川県の温泉開発史（菊川 城司）
○　SBLを構成する震動の性質の時間変化　-箱根山での事例-（小林 宰）
○　神奈川県の活断層（小田原 啓）
○　箱根火山大涌谷園地の換気配管を利用した床下ガスのCO2/H2S比の連続観測（外山 浩太郎）

2025 年以降の県内地震活動と箱根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、2025 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、2025 年 7 月下旬に発生した箱根火山の群発地震活動、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）の地震後の地震活動についてご報告します。

２．神奈川県で観測された地震

2025 年 1 年間に当所で震源決定した地震（図 1）は 1111 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 11 回でした。最大の地震は 2025 年 2 月 20 日に丹沢山地で発生した M4.7 の地震でした。地域別では、箱根で 500 回、足柄平野で 268 回、丹沢山地で 220 回、神奈川県東部で 47 回、相模湾で 19 回、伊豆で 50 回、静岡東部で 7 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、2025 年 7 月下旬に群発地震が発生し、2025 年の最大地震はその群発地震活動中の 7 月 23 日に発生した M3.6 の地震でした。　2025 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 2025 年 12 月 8 日に青森県東方沖で発生した M7.5 の地震であり、この地震により二宮町と横浜市で震度 3 の揺れを観測しています。2025 年に神奈川県で観測された最も大きい揺れは震度 3 でした。

３．箱根火山の活動について

2025 年は 7 月下旬に群発地震が発生したものの、地殻変動、火山ガスといった観測項目において、箱根火山の活発化は見られませんでした（図２）。2025 年 7 月 21 日 4 時 24 分から 23 時 55 分までに 66 回、7 月 23 日 21 時 49 分から 24 日 11 時 45 分までに 115 回の地震が発生しました。これらの期間は地震活動が活発でしたが、活発な状態は長く続かず 8 月の箱根の地震数は 22 回と平常時と同程度となりました。水蒸気噴火が発生した 2015 年や噴火警戒レベル 2 が発表された 2019 年の火山活動では、山体膨張により箱根火山を挟むように設置し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ましたが、2025 年は 1 年を通してその距離の変化が小さく、伸長・短縮の傾向は見られませんでした。大涌谷ではマグマに由来する火山ガスの成分である二酸化硫黄が放出されており、2015 年の水蒸気噴火前後には気象庁によって 100 トンを超える日放出量が観測されましたが、2025 年は 1 年を通して日放出量が 20 トン以下でした。また、マグマ由来ではない硫化水素に対する二酸化硫黄の濃度比は、1 年を通して 1.0 前後で安定しており、目立った変化はありませんでした。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、2025 年 1 年間を通して 30 から 40 の間の値でした。この値は、火山活動が活発ではなかった 2021 年から 2023 年初め頃の 20 から 30 に比べると高い値ですが、2025 年には目立った変化はありませんでした。

４．2025 年 7 月下旬の箱根火山の地震活動について

上述しましたように、2025 年 7 月には箱根火山で群発地震が発生しました。震源域は、芦ノ湖南部の

深さ 4 km を中心とする領域でした。群発地震の震源域には無数の亀裂があり、地下深部からの流体の上昇により亀裂内の流体圧が高まって岩盤が破壊されることで、地震活動が活発になると考えられており、この群発地震もそのようなメカニズムで発生した可能性があります。この群発地震は、その発生期間中に他の観測項目に異常が見られず、またすぐに地震活動が収まったことから、比較的小規模な群発地震活動といえますが、この群発地震には、箱根火山で発生する地震としては珍しい規模の大きな M3.6 の地震が含まれているという特徴があります。その M3.6 の地震の観測データを解析することで、その地震が、地面を北西-南東方向に圧縮し北東-南西方向に引き延ばす力を解放する横ずれ断層の運動によって発生したことがわかりました。芦ノ湖の南方から南に向かって北伊豆断層帯が伸びており、その断層帯では 1930 年に M7.3 の北伊豆地震が発生し周辺地域に大きな被害を出しました。この断層帯の主要部分は南北方向に伸びる左横ずれ断層であり、2025 年 7 月に発生した M3.6 の地震と同様の力を解放する断層であるため、M3.6 の地震や群発地震は北伊豆断層帯の北部延長部分で発生した可能性があります。

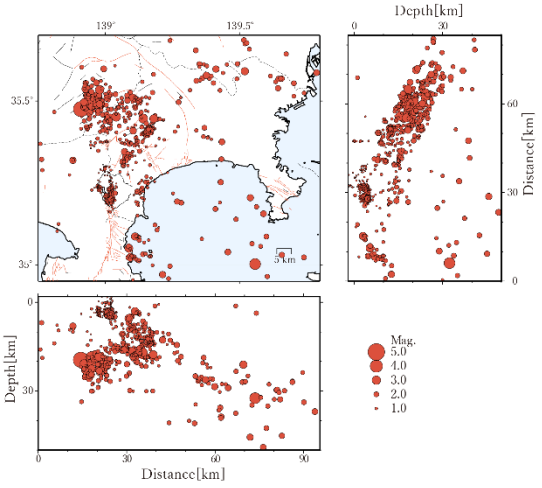


図 1　神奈川県周辺で2025年に発生した地震の震源分布

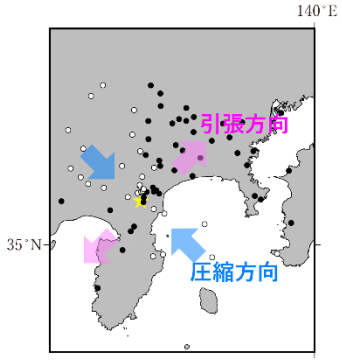


図 3 2025年7月23日に芦ノ湖南部で発生したM3.6の地震の震源（★）と各観測点で捉えられたその地震による揺れの初動（●上向き：○下向き）

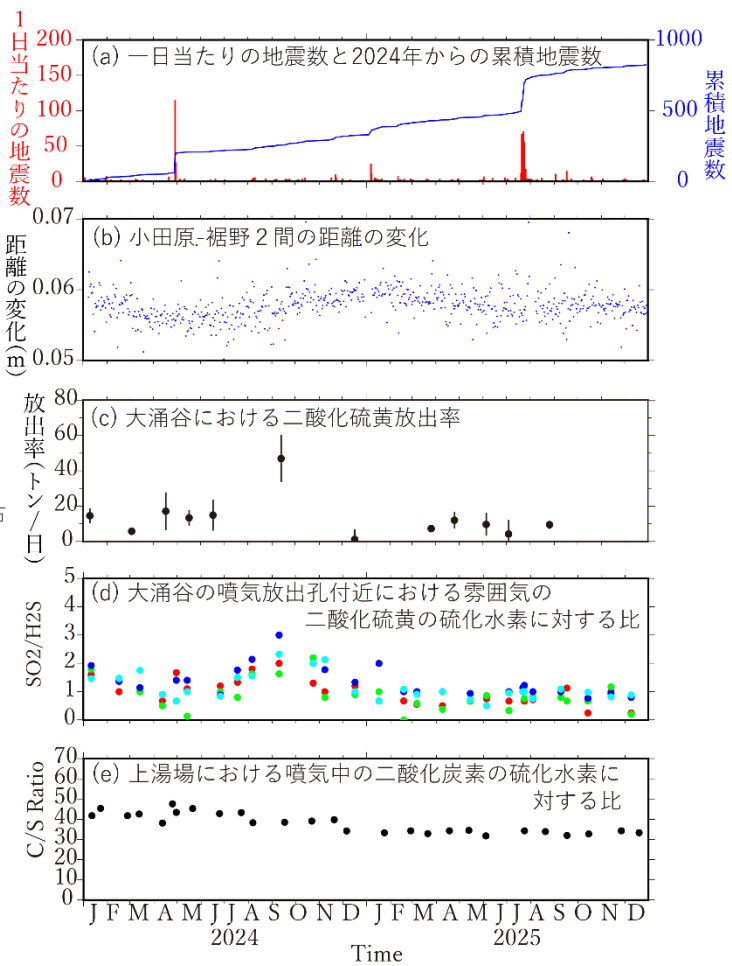


図 2 それぞれの観測値の時系列

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。

大涌谷における稠密地震観測

―台湾中央研究院とのコラボレーション―

○本多　亮

１．はじめに

神奈川県温泉地学研究所は、学術研究交流を目的として 2024 年に東京大学地震研究所および台湾中央研究院地球科学研究所との間で協定を結びました。この協定では、（1）教職員及び研究者の交流（2）学生の交流（3）共同研究の実施（4）講義、講演、シンポジウムの実施（5）学術情報及び資料の交換の５つの項目について交流を行うことになっております。2025 年度からはこの協定に基づき、箱根山の大涌谷周辺において地震の共同観測を実施しています。

２．研究の背景

大涌谷では 2015 年に水蒸気噴火が発生しました。近年の研究では、大涌谷を北西―南東方向に横切る古い噴火口の地形の存在が明らかになり、2015 年の傾斜変動などから推定された開口クラックの位置とほぼ一致することが分かっています。こういったことから、2015 年の噴火は既存の古い亀裂（噴火口）を再利用したものと考えられています。さらに、微小地震の詳細な観測により、大涌谷付近でのみ観測できる極微小な地震の存在も報告されています。これらの地震の震源は、おおむね開口クラック周辺に分布していることから、亀裂系を含む領域での熱水の活動と何らかの関係がある可能性があります。したがって、このような地震の発生メカニズムを理解することは、防災上非常に重要であると考えられます。発生メカニズム解明のためには、多くの地震計による記録が必要です。そこで、地震計を大涌谷周辺に大量に配置し、稠密な地震観測網を構築しました。

３．現在の状況

2026 年 6 月下旬から、台湾の大屯火山観測所が所有する噴気地帯でも観測可能な 3 成分速度型地震計を借用し、箱根の大涌谷周辺で観測を実施中です。観測に使用している機器は、ZLAND3C とよばれる地震計です。この機器は、GPS,バッテリ，3 成分地震計がパッケージとなっており、単体で一月程度の地震観測が可能です。大涌谷周辺に 27 個の ZLAND3C を設置し、連続観測を行っています。現在のところ、特に大きな問題もなく観測データが蓄積されています。

予備的な解析では、ターゲットとしていた大涌谷周辺で発生する極微小地震と思われる波形も確認されており、今後詳細に解析して震源を推定していく予定です。本報告では実際に観測された波形例をお示しし、その特徴について簡単に解説します。

図１：観測点分布図

大涌谷周辺の 27 カ所に
ZLAND3C を設置しました。

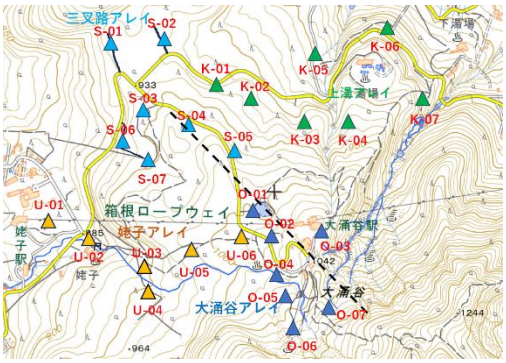


図２：観測波形例

8 月 20 日午前 1 時ごろに観測された
地震波形。

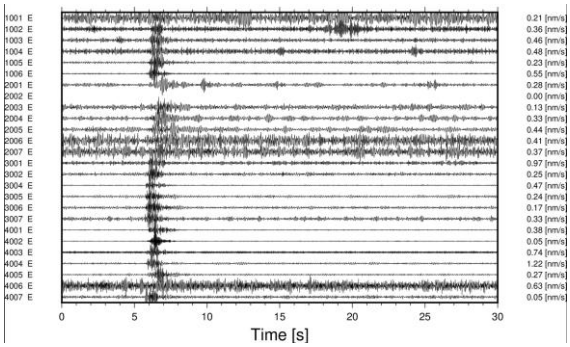


写真１：　観測点の様子

設置作業の様子。



熱赤外カメラで噴気地帯の活動を測る

○原田昌武・萬年一剛

１．はじめに

2015 年の箱根火山の活動では、ごく小規模な水蒸気噴火が起こり、大涌谷噴気地帯では噴気の活動がとても活発になりました（原田・他, 2015; Mannen et al., 2018）。噴火後の熱活動がどう移り変わり、今どのような状態かを知ることは、火山活動の長期評価において大切です。温泉地学研究所では、2016 年 1 月から熱赤外カメラ（表面の温度を画像で測るカメラ）による連続観測を続けています。本研究では、観測機器の設置開始から 2026 年 7 月までの観測データを用い、約 10 年間にわたる放熱量の長期変化を評価しました。

２．観測概要と放熱量の計算

熱赤外カメラは、2015 年の火山活動でできた火口・噴気孔を含む範囲を 5 分間隔で撮影しています（図 1）。使用機器は日本アビオニクス（株）社製サーモトレーサ TS9260 に広角レンズを装着したもので、画像は水平 640 画素×垂直 480 画素、測定波長は 8～14 μ m です。日中の地表面は日射により温められてしまい、地下からの熱と区別することが難しくなります。そこで、日射の影響を避けるため、解析には毎日午前 2 時台の画像 12 枚のみを用いました。解析対象期間は 2016 年 1 月 21 日から 2026 年 7 月 31 日までです。撮影距離が 100～200m 程度と近いため大気補正は行わず、放射率は 1.0 としました。

放熱量の推定は、先行研究（横尾・他、2007）を参考に、Kagiyama and Hagiwara（1980）による次式を用いました。

$$Q = k \sum_{T>T_0+3\sigma} (T - T_0) \cdot S(T)$$

この放熱量 Q の算出には、地熱の影響がない非地熱領域の設定が必要になります。その非地熱領域は画像右下の 50×50 ピクセルの領域を指定し（図 1）、その平均温度 T0 と標準偏差 σ から、T0+3 σ を超えるピクセルを熱異常として抽出しました。比例定数 k については、寺田・他（2009）によって大涌谷噴気地から北西約 400m にある上湯場噴気地帯での測定から得られた 84 を採用し、単位ピクセルの面積 S は 0.0324 m^2 で一定としました。

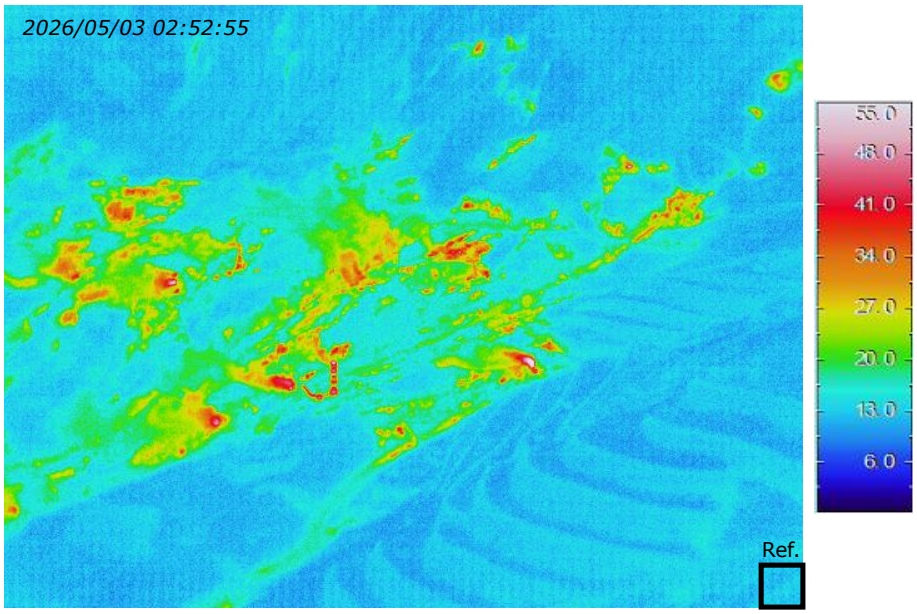


図 1　熱赤外カメラで測った大涌谷噴気地帯の地表面温度分布の例。右下の矩形は非地熱領域として指定した領域。

３．放熱量の推移

熱赤外カメラ画像から推定した放熱量は、2016 年の観測開始以降、全体として減少傾向を示しています（図 2(a)）。ただし、その変化は観測期間を通じて一様ではなく、観測開始後の 2016～2018 年には放熱量の低下が特に顕著で、2015 年の水蒸気噴火に伴って活発化した熱活動が、噴火後の 3 年間で大きく減衰していることが分かります。一方、2019 年頃以降は、2016～2018 年と比較して放熱量の変化が緩やかになったものの、長期的にはわずかな減少傾向が続いています。

また、画像全体の中から最高温度を検出し、その時間変化をプロットしたものが図 2(b)です。これを見ると、放熱量と同じように 2016 年から 2018 にかけて低下していますが、それ以降は概ね一定の最高温度が続いていることがわかります。

４．まとめ

以上の結果は、2015 年の噴火で増大した大涌谷の放熱量は、噴火後約 10 年間にわたって長期的に減衰し続けてきたことを示していると考えられます。一方、2019 年以降、放熱量が減少しているにもかかわらず画像内の最高温度が概ね一定していることからは、キャップロック（熱水や蒸気を通しにくい岩盤の層）によるシーリング機能（通り道をふさぐ働き）が強まり、噴気の出る場所が絞られ集中してきている可能性があります。熱赤外カメラによる連続観測は、噴火後の熱活動を長期間にわたって定量的に追跡する上で有効で、今後の火山活動の監視および推移評価に重要な情報を提供すると考えられます。

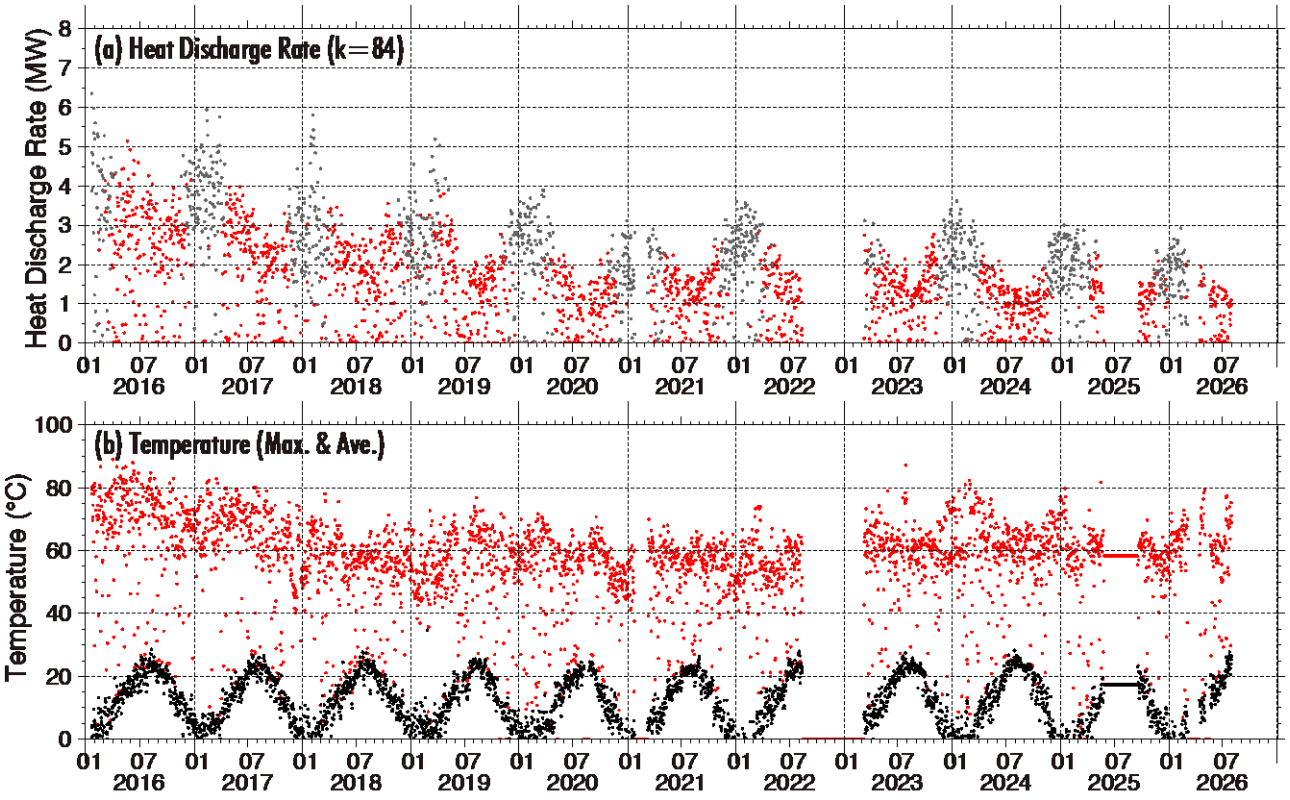


図 2（a）熱赤外カメラ画像から推定された放熱量。熱赤外カメラの測定範囲外（0℃以下）のデータが含まれている場合は、灰色とした。（b）画像全体から得られた最高温度（赤）と平均温度（黒）。

多様な観測データに基づく箱根火山の活動定量化 -火山活発化指数(VUI)の導入-

○栗原　亮

１．はじめに

火山活動が活発化する際には、群発地震活動や地殻変動, 火山ガスの成分組成の変化などが発生します。近年の観測技術向上に伴い、これらの活動について様々な観測機器により観測が可能になってきました。神奈川県温泉地学研究所では、箱根火山を対象に地震観測、地殻変動観測(GPS、傾斜など)、火山ガス観測(大涌谷、上湯場など)を実施しており、さらなる観測技術の開発や改良にも取り組んでおります。一方で、こうした多数の観測データの取得が可能になると、従来のようにそれぞれのデータを研究員が手動で確認して活動状況を把握することには大きな労力が必要です。また、それぞれのデータによる変動状況が一致しない場合もあり、総合的に火山活動を判断することが難しくなってきました。神奈川県温泉地学研究所では、箱根火山の活動変化時などには県危機管理防災課や気象庁、箱根町などに連絡をしておりますが、活発の規模感の伝達が困難であるという課題も抱えていました。本研究では、火山活動の把握の即時化や行政機関での伝達をわかりやすくするため、ニュージーランドの研究者によって開発された火山活発化指数(Volcanic unrest index; VUI, Potter et al., 2015)という指標を応用して導入し、多種の観測データに基づき箱根火山の活動の定量化に取り組みました。

２．箱根火山向けの調整

火山活発化指数を箱根火山へ導入するためには、箱根での観測項目に合わせた調整が必要です。今回は所内で長年使用されてきた指標を多く使用することとし、直近 45 日間の観測データにおける群発地震継続時間、地震発生数、低周波地震・火山性微動の発生状況、GNSS の長距離の基線長、箱根火山浅部での地殻変動(GNSS, 傾斜計, InSAR のデータから判断)、大涌谷における地表面状況(噴気の様子)、二酸化硫黄放出量、大涌谷における火山ガス組成比、上湯場における火山ガス組成比という 9 つのデータを用いました。

平常時を指数「1」相当、2015 年 6 月に発生した小規模な噴火を「3」相当とし、それぞれのデータに 0-4 の 5 段階で評価します。ただし、指数「0」は噴気が全く無くなる、地震がほとんど発生しないなど、現状の箱根火山の活動レベルより著しく低下する場合に対して用意しており、現状は 1-4 の 4 段階を利用しています。それぞれの観測データごとに 1-4 の 4 段階で判定し、適切な重みをつけて平均化することで総合指数を求めます。また、各観測項目の特性に合わせて調整しているので、実際には 2015 年 6 月の噴火直後の指数は 3.1 となります。

また、元の論文では紙のワークシートにより指数を計算する手法が提案されていましたが、高頻度で速報的に計算するため、これらを自動で計算するプログラムを開発しました。これにより、毎朝自動で数値が更新されます。ただし、目視の必要な項目は手動での入力が反映される仕組みです。

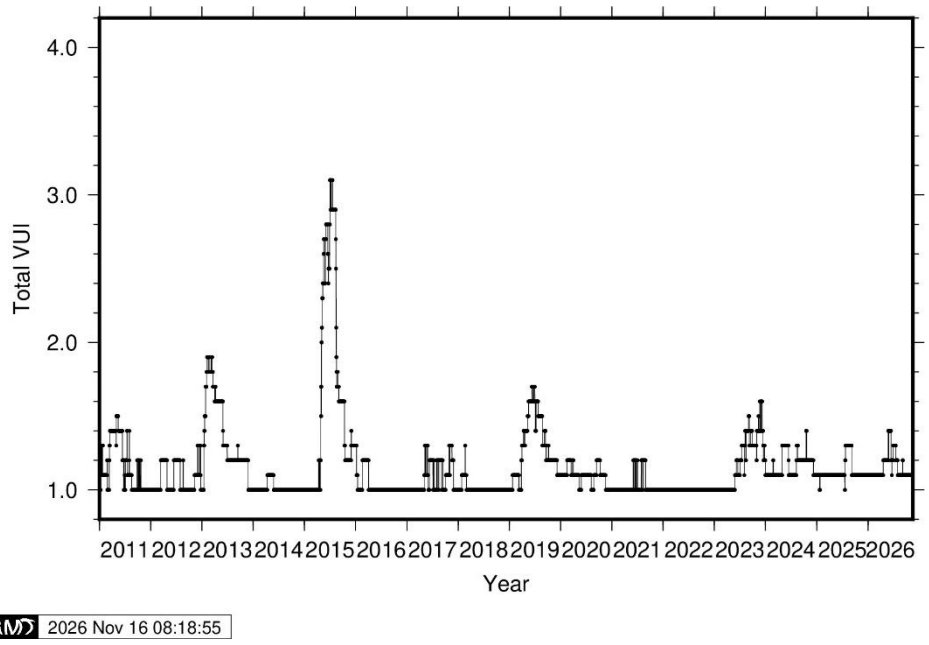
３．適用結果

本指標を適用した結果、2011 年以降、数年おきに発生していた箱根火山の活発化を定量的に評価することができました。2015 年の噴火時で最大 3.1 となった一方で、2013 年の活発化では最大 1.9、2019 年の活発化では最大 1.7、2023-2024 年に発生した断続的な群発地震等の活動では最大 1.6 といった値になりました(図 1)。多くの場合で VUI の数値は 2 ヶ月ほどかけて徐々に上昇しており、火山活動の推移の

把握も可能であることがわかりました。実際、2026 年の 6 月上旬に群発地震などが発生し、最大で VUI1.4 まで上昇した時期がありました。この指標とそれの根拠となる各データをまとめた表を毎日作成しており(図 2)、より早い情報の把握や所内での取りまとめができました。

４．今後の展望

本指標を用いてわかりやすくかつ速報的に情報発信ができる仕組みを作ることで、火山活動が活発化した際の関係機関との情報共有の改善につなげることを検討しております。また、研究所では現在使用されていない新たな観測技術の開発も進んでいるので、それらの観測結果についても計算に使用できるような改良を検討しています。



2026 Nov 16 08:18:55

図 1. 2011 年以降, 2026 年 11 月 16 日までの火山活発化指数の推移

箱根火山の火山活発化指数（VUI）　温地研作成				
45日の時間窓 2026年 4月28日 - 2026年6月11日			この表の作成日 2026年11月16日	
地震	群発地震継続時間	4.13	0	1 2 3 4
	地震発生数	79	0	1 2 3 4
	浅い低周波地震、微動	No	0	1 2 3 4
地殻変動	深い地殻変動（小田原－裾野）	0.054	0	1 2 3 4
	浅い地殻変動	Not(45 days)	0	1 2 3 4
熱活動、火山ガス	熱活動	Normal	0	1 2 3 4
	ガス流量（二酸化硫黄）		0	1 2 3 4
	大涌谷ガス比 (SO2/H2S)	1.26	0	1 2 3 4
	上湯場ガス比 (CO2/H2S)	34.6	0	1 2 3 4
総合VUI = 1.4				

図 2. 2026 年 6 月 12 日時点での火山活発化指数(VUI)の値を示す自動作成した表。

降灰シミュレーションコード TWiCE の開発と富士山噴火への応用

○萬年一剛

１．火山灰がどこに、どのくらい降るか

火山が噴火すると、火山灰は上空の風に流され、風下に降り積もります。どこに、どのくらいの火山灰が積もるかは、噴火の規模だけでなく、風向きや風速、火山灰の粒の大きさによって変わります。例えば、大きな粒は比較的早く落下して近くに堆積しますが、小さな粒は長い時間空中にとどまるため、遠くまで運ばれて遠くに堆積します。こうした火山灰の動きをコンピューターで計算するのが、降灰シミュレーションで、噴火の条件や風のデータを与えることにより、火山灰が積もる範囲や厚さを計算します。降灰のハザードマップを作る際にも、こうした計算が使われています。

２．ゲーム用の技術で計算を速くする

降灰シミュレーションには様々な方法があります。今回開発した TWiCE（トゥワイス；Tephra simulation in Windy conditions with CUDA Execution）は、噴煙から離れた火山灰が「風に乗る」ことと「周囲に広がる」ことを組み合わせて、地上に積もる量を計算します。風で曲がる噴煙の形も計算するので、強い風が吹いている場合にも対応できます。

ただし、火山灰の粒の大きさや、噴煙のどこから落ち始めるかによって、その後の動きは異なります。広い範囲の降灰量を求めるには、こうした条件の違いを考慮した計算を何度も繰り返す必要があります。そこで利用したのが、もともとはゲームなどの画像を高速に描くために発達した GPU という装置です。GPU は大量の計算を同時に行うことが得意で、現在は AI などにも使われています。TWiCE では、CUDA とよばれる GPU に大量の計算を行うプログラムを作る環境を用いて、降灰計算の主要部分を GPU に行わせることに成功しました。このことにより、通常の CPU を使った場合に比べて数百倍の高速化を実現しました。

３．富士山が噴火したらどうなるか

富士山では、1707 年の宝永噴火で大量の火山灰が噴出し、関東地方にも降り積もりました。同じような噴火が再び起きたとしても、その時の風によって火山灰が降る場所は変わります。そこで、１年のそれぞれの日に宝永噴火と同じような噴火が始まったと仮定し、約２週間の噴火が終わるまでに、どこに、どのくらい火山灰が積もるかを計算しました。

この計算では、噴火の途中で風が変わることも考慮します。１年分では約 7,000 回（噴火のユニット数 19×365 日）の計算が必要になりますが、TWiCE なら２～３時間で終えることができます。様々な日の風を使って繰り返し計算すれば、ある地域に厚い火山灰が積もるのはどのような場合か、どのくらいの頻度で起こりうるかを調べられます。

４．降った火山灰から噴火の様子を探る

降灰シミュレーションは、噴火の条件から火山灰の分布を予測するものですが、逆に、火山灰の分布から噴火の条件を推定することにも使えます。例えば、過去の噴火で積もった火山灰を調べ、その分布を再現できる条件を探すことで、当時の噴煙の高さや、単位時間あたりに噴出した火山灰の量などを推定できます。

今回は、条件を変えた大量のシミュレーション結果を AI に学習させ、火山灰の分布から噴火の条件を推定する方法を試しました。その結果、実際の噴火で調べられた火山灰の分布から、従来の方法によ

る推定とおおむね近い結果が得られました。

また、噴火中に各地から少しずつ降灰量の情報が届く状況を想定した実験も行いました。この実験では、観測地点が８～32 地点程度になると、噴火の条件をかなり絞り込めるようになりました。このことは、将来の噴火でもある程度の観測データが得られれば、今発生している噴火の規模が AI によって判定できる可能性を示しています。今後は、TWiCE と AI を利用した研究を更に進めることで、精度の高い降灰予測や、噴火実態の把握など、火山防災対応に役立てることを目指しています。

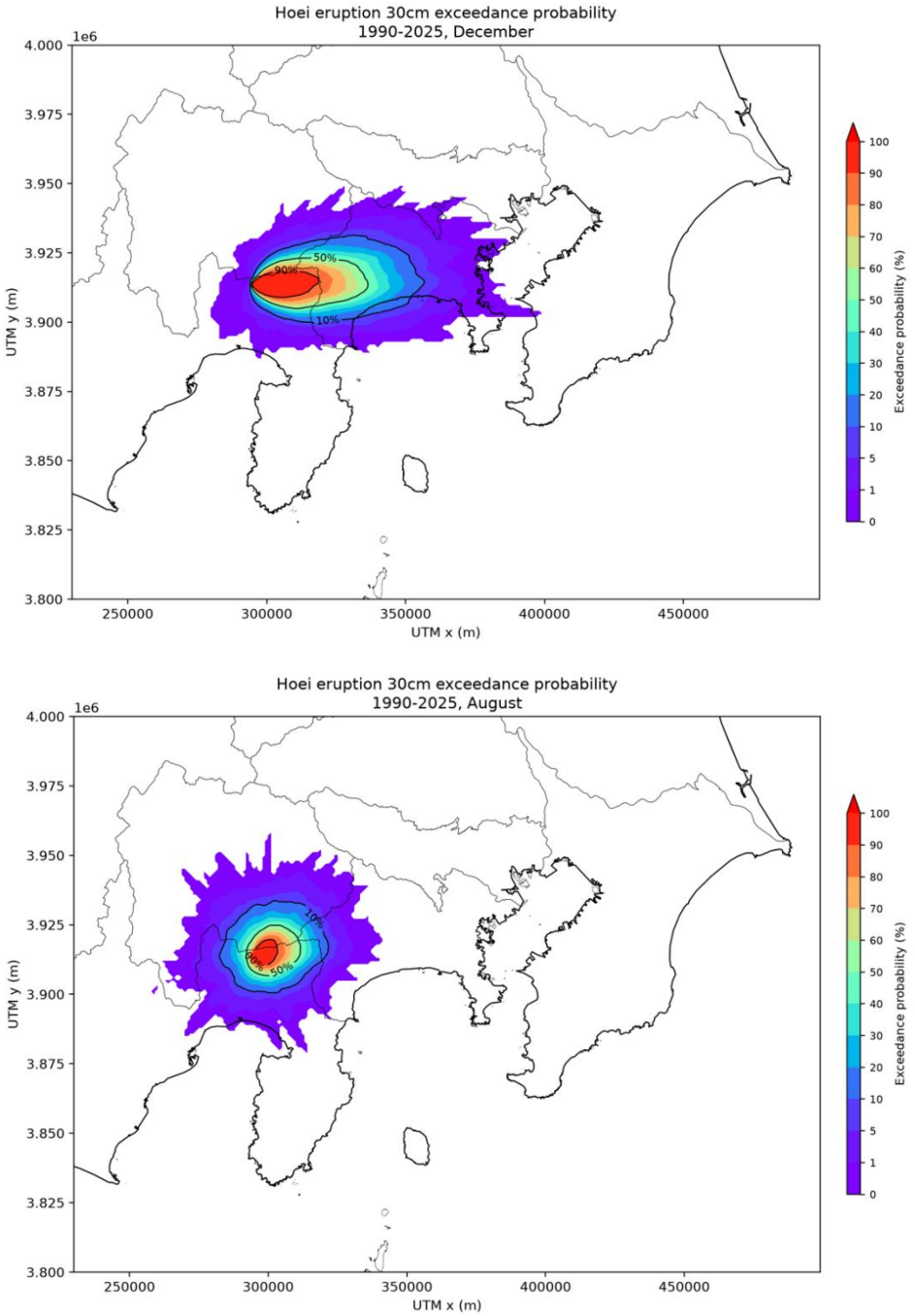


図　36 年間（1990 年～2025 年）の気象データをもとに、宝永噴火と同様の噴火が発生した場合に、降灰厚が 30 センチメートルを超える確率の空間分布計算例。上図は１２月、下図は８月に噴火した場合。噴火する時期が異なると、上空の風が変わるため、降灰分布が大きく異なることがわかる。

神奈川県温泉地学研究所
令和 8 年度研究成果発表会講演要旨集（2026）

発行・印刷　　神奈川県温泉地学研究所
〒250-0031　神奈川県小田原市入生田 586
電　話：0465-23-3588
ＦＡＸ：0465-23-3589

本講演要旨集を神奈川県温泉地学研究所の許可無く、複製、転用、販売などの
2 次利用することを固く禁止します。