

2019 年
12 月号IEVG ニュースレター
Vol.6 No.5NEWS
LETTER

[研究現場紹介]

薩摩硫黄島硫黄岳における高温火山ガスの調査

篠原宏志（首席研究員）

薩摩硫黄島は、近年マグマを噴出する噴火がないにも関わらず、最高温度が 900 度にも達する高温の火山ガスが大量にかつ継続的に放出されている世界でも類を見ない火山です。産総研ではこの火山の火山ガスの観測を約 30 年に渡り続けており、本稿ではその調査の様子をご紹介します。なお、以前の調査の内容や結果については篠原他（1993；2008）などにもまとめられていますので、詳しくはそちらもご覧ください。

薩摩硫黄島は鹿児島市からフェリーで 4 時間ほど、薩摩半島南端から南に 40 km ほどにある東西約 6 km 南北約 4 km の小さな火山島です（図 1）。薩摩硫黄島は約 7300 年前に鬼界ーアカホヤの大規

模火砕流噴火を生じた鬼界カルデラの西縁にあります。島の北から西にかけてカルデラの縁があり、その内側に流紋岩質の硫黄岳と玄武岩質の稲村岳があります（写真 1, 2）。硫黄岳も稲村岳もカルデラ噴火の後に成長した火山であり、稲村岳は 3000 年ほど前、硫黄岳は 1000 年ほど前まで噴火し成長してきたと考えられています。薩摩硫黄島の島内では噴火の歴史記録は残っていませんが、1934-35 年には、薩摩硫黄島の東約 2 km で海底噴火が起き、昭和硫黄島という小さな新しい島ができました。それ以降、鬼界カルデラ周辺でマグマの噴出を伴う噴火は起きてはいませんが、硫黄岳の山頂では高温の火山ガスが大量に放出され続けていて、遠くからも大きな噴煙が確認できます（写真 1）。

Contents

- 01 研究現場紹介 薩摩硫黄島硫黄岳における高温火山ガスの調査 …… 篠原宏志
- 06 新人研究紹介 Crystal clocks: measuring the timing of volcanic eruptions …… Chris Conway
- 10 研究紹介 地震研究への AI 技術の導入 …… 内出崇彦
- 14 外部委員会活動報告 2019 年 10 月～11 月

高温の火山ガスを放出する噴気孔は、硫黄岳の山頂火口の内側および火口縁の周囲に主に分布しています（写真3）。火山ガスの主成分（90%以上）は水です。大量の火山ガスが放出され、濃厚な火山ガスが漂っている山頂火口の周辺は、水の凝縮のために常に霧が立ち込めた状態で視界が悪く慎重な行動が必要です。写真3でも山頂火口内は霞んで見えますが、それでも硫黄岳の山頂火口としては視界

は良好であり、火口全体がこのように見渡せる機会は滅多にありません。湿度の高い日などは噴気地帯の周辺では濃い霧が立ち込め、特に視界が悪くなります。

高温の火山ガスが放出されている一帯は、酸性で高温の火山ガスのために岩石がもろくなり、灰白色の灰のような状態に変質しています（写真4）。高温の火山ガス中には様々な金属元素なども含まれ

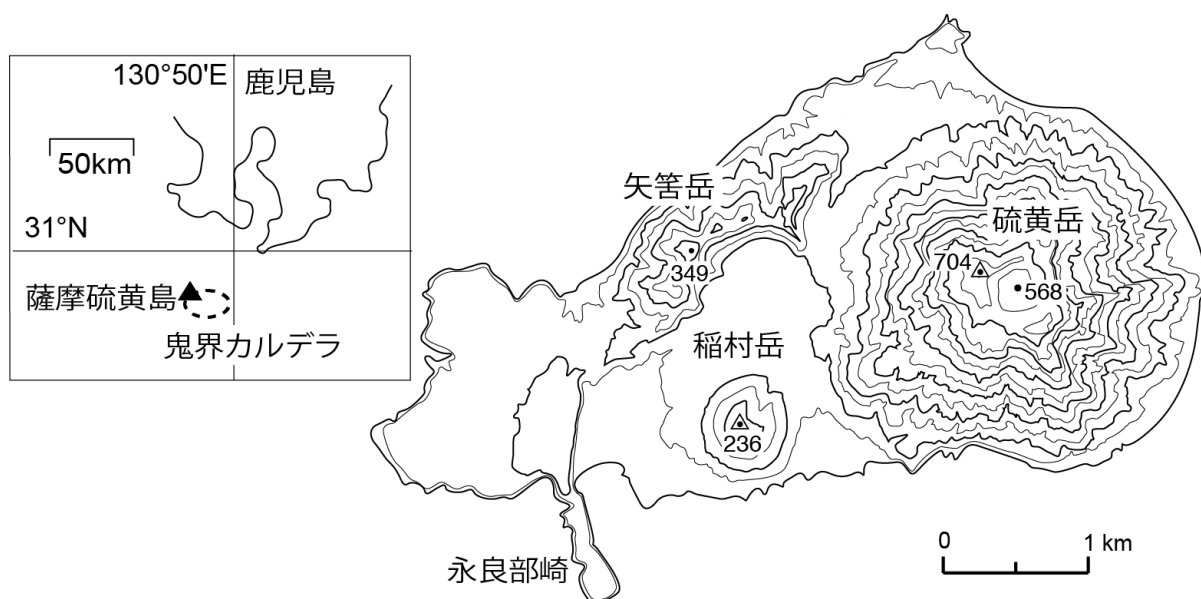


図1 薩摩硫黄島の位置（左）と地形図（右）。



写真1 永良部崎から望む噴煙を上げる硫黄岳（右）と稲村岳（左）。海岸線は流出した温泉が海水と混ざることにより生じた沈殿物で変色している（変色海水）。手前は鹿児島市と島を結ぶフェリーみしま

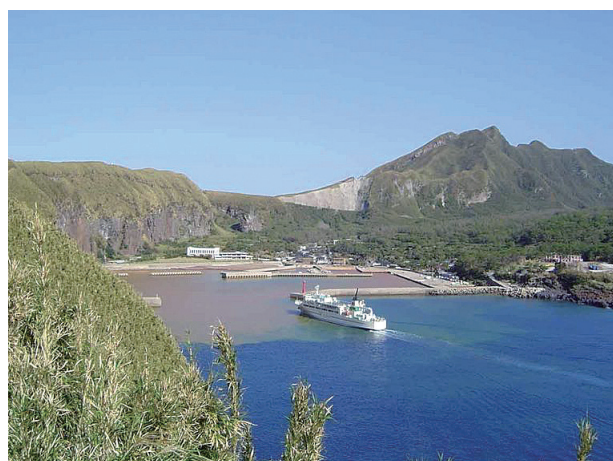


写真2 永良部崎から望むカルデラの縁にある矢筈岳（右）および長浜・硫黄島港（中央）。港からも温泉が流出しており港の中は赤褐色の変色海水が広がっています。港の西（向かって左）側の崖は、カルデラ壁にある長浜溶岩。

ており、噴気孔の周囲に金属を含む昇華物（ガスから析出した固体）が見られることもあります。写真4に見られる鮮やかな青色は、モリブデンプルーと呼ばれる金属の昇華物です。100-200度程度の温度の噴気孔の周辺には火山ガスから析出した黄色い硫黄が集積していることが、一般的によく見られます。硫黄岳の山頂火口でも、地面の多くの部分には硫黄が溜まっています。しかし、硫黄は高温の噴気地帯では再び蒸発してしまいます。そのため、灰白色に変質した高温噴気地帯とその周囲の硫黄

が分布した黄色の地面の色の違いでも温度の分布が判断できます（写真4）。

硫黄岳は日本で最も噴気孔の温度が高い場所です。我々は30年来繰り返し調査を行なっていますが、その間噴気孔の温度の最高値は常に概ね800度以上であり、温度は安定しています。温度が800度にもなると、噴気孔の中は日中でも赤熱して見ることがあります（写真5）。硫黄岳や昭和硫黄島の流紋岩質マグマの温度は960-970度と推定されて

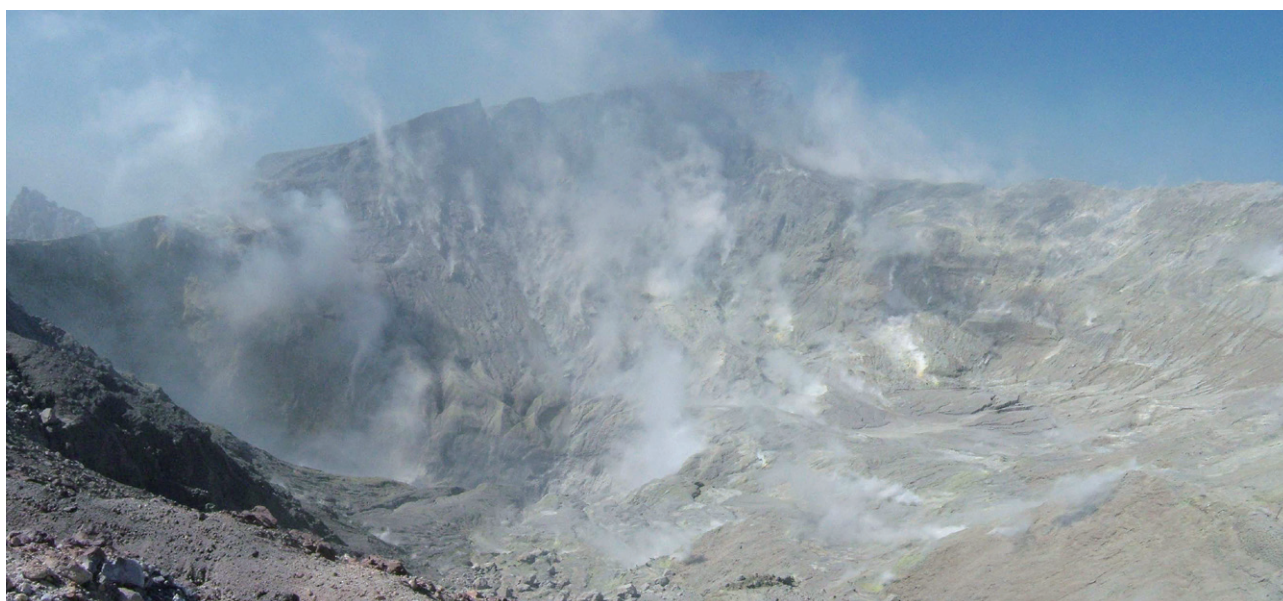


写真3 硫黄岳山頂火口（火口の南東縁から北西側に山頂を望む；2004年10月）。火口の直径は約300m。



写真4 高温噴気地帯での調査風景。青く見えるのは、高温の噴気孔周囲に特徴的に見られるモリブデンプルーと呼ばれる昇華物。



写真5 高温噴気孔の赤熱した内部。

います（篠原他，2008）．それに対して，今までに測定された噴気孔温度の最高値は 902 度です．火山ガスは元々マグマに溶けていたガス成分が，マグマから放出されたものです．硫黄岳の火山ガスの温度がマグマの温度に非常に近いということは，火山ガスはマグマから放出されてすぐに地表の噴気孔に到達した，つまりマグマは非常に浅い場所にある，ということを示しています．

我々は火山活動や地下の状態の変化を調べるために，火山ガスを採取して，化学組成や同位体組成を分析しています．火山ガスを採取するためには，噴気孔に近づかなければいけません．しかし，噴気孔の温度は 800 度以上の高温，周囲からも高温で酸性のガスが吹き付ける状況で作業を行うには，ガスマスクやゴーグル，底の厚い登山靴などのしっかりした装備が必要です．通常の通気性のある服では，酸性のガスが侵入して肌を傷めますので，雨が降っていないくともレインスーツを着用しガスの侵入も防いでいます（写真 6）．夏の暑い日でも雨具の着用は必要で，夏の暑さと噴気地帯の熱気で汗まみれになりながら作業することもあります．



写真 6 火山ガス凝縮水の採取風景．右側端の噴気孔に差し込んだチタン製パイプからゴム管を経由して，手元まで火山ガスを引き込み，ガラス容器に採取します．プラスチック容器の中には氷水が入っていて，ガラス容器に引き込まれた火山ガスを冷却して試料を採取しています．

火山ガスは主成分の水の他に，二酸化炭素，二酸化硫黄，塩化水素，硫化水素などの酸性ガス成分，水素，窒素，一酸化炭素，ヘリウムなどの不活性ガス成分が含まれています．これらを正確に分析するために，火山ガスを噴気孔からガラス容器に導き採取します．火山ガスは高温かつ酸性で腐食性が高いため，採取には耐食性の高いチタンのパイプや石英ガラスを使います（写真 6）．ゴム管を経由して手元まで導いたガスは，冷却して主成分の水を凝縮させて凝縮水として採取したり，Giggenbach Bottle と呼ばれるガラス容器に吸引して採取します（写真 7）．Giggenbach Bottle は真空コック付きのガラス容器にアルカリ溶液を入れ，中の空気を排気したものであり，吸引された火山ガスは，その主成分である水蒸気は水として凝縮し，酸性ガスはアルカリ溶液に吸収されます．その結果，Giggenbach Bottle には微量の不活性ガスが容器の空間を満たすまで，分析に十分な量の火山ガスを吸引捕集することができます．



写真 7 火山ガス採取に用いられる Giggenbach Bottle.

火山ガスの組成は、マグマから火山ガスが放出される条件や地表までに上昇する間の温度・圧力などの変化に応じて変化します。硫黄岳には、最高温度 800 度以上の高温の噴気孔から、100 度前後の低温の噴気孔まで様々な温度の噴気孔があり、それらの火山ガスの組成も温度の違いを反映して様々です。しかし、高温の火山ガスの組成は、我々が観測を開始して以来約三十年間、ほぼ一定で変化はほとんど見られません。高温の火山ガスはマグマに直接由来すると考えられますので、組成に変化がないことは、30 年間同じ組成のマグマから同じ条件（特に圧力）で火山ガスが放出され続けていることを意味します。火山ガスが高温であることは、マグマが地下の浅い部分まで到達していることを示しており、しかしながら 30 年間にわたり地表近くにあるマグ

マが安定して火山ガスを放出しているのが薩摩硫黄島での火山活動の特徴であることがわかります。我々は、火山ガスの組成や放出量などの調査結果をもとに、地下でのマグマの活動、特に火山ガスの供給過程などの研究を進めております。

引用文献

- 篠原宏志・風早康平・J.W.Hedenquist（1993）薩摩硫黄島の火山ガス・温泉・熱水系。地質ニュース，472 号，6-12 頁
- 篠原宏志他（2008）火山研究解説集：薩摩硫黄島。産総研地質調査総合センター。URL：https://gbank.gsj.jp/volcano/Act_Vol/satsumaoujima/vr/index.html

I am currently preparing lava samples from Mount Chokai volcano for $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating. This large mountain has been built up over $\sim 500,000$ years by effusive and explosive eruptions (Ban et al., 2001). A section of lava stratigraphy is well-exposed along the west-facing sector collapse scar, which was produced during a large debris avalanche event $\sim 2,500$ years ago (Minami et al., 2019; Fig. 2). I have collected samples from this site and other such locations on the mountain. The samples will be prepared and analyzed at the GSJ $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology facility in order to determine the frequency of eruptions at this active volcano. Defining the eruption history of the volcano will also allow us to investigate how crustal magma systems evolve over time, and how they respond to depressurization events such as large-scale sector collapses.



Figure 2. A series of lava flows exposed on Mount Chokai volcano. People on the upper left ridge can be seen for scale.

3. Diffusion chronometry

Numerous studies have shown that magma mixing is a typical process of open-system plumbing systems, which commonly occurs immediately prior to eruptions at active arc volcanoes in Japan. The occurrence of magma mixing as an eruption precursor has two major consequences: (1) the introduction of new magma induces changes to seismicity, ground deformation and gas chemistry that can be recorded by monitoring equipment; and (2) the hybridization of two magmas results in chemical zonation of crystals derived from each magma type. Comparing the records provided by monitoring and petrology is necessary to advance our understanding of the types and timescales of processes that trigger volcanic eruptions.

A simplified scenario of magma mixing and the impacts on crystal zonation is outlined in Figure 3. In panels A and B, the changes over time to the zonation of crystals derived from relatively Mg-rich and Fe-rich magmas are shown. Prior to mixing (t_1), the crystals are in equilibrium with their host magmas. Immediately after magma mixing (t_2) the crystals grow rims that reflect the composition of the hybridized magma. The boundaries between core and rim of these crystals are initially sharp (lower B), but they become diffuse as chemical re-equilibration between the adjacent zones occurs at magmatic temperatures (upper B).

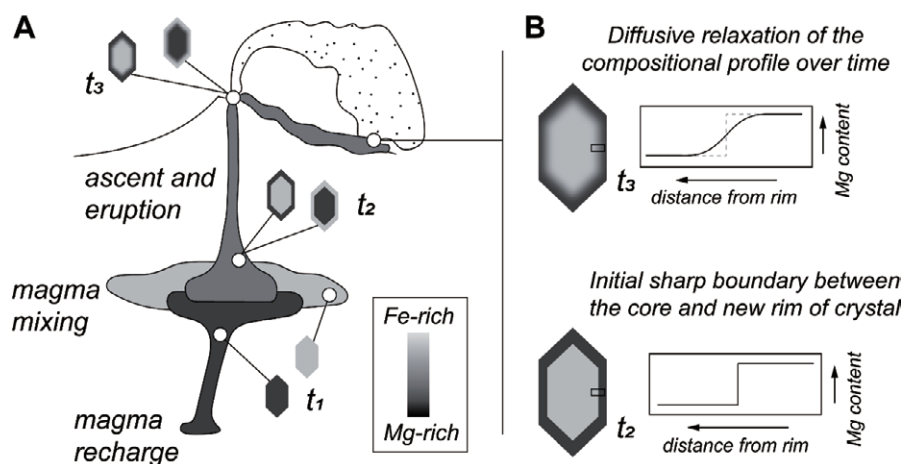


Figure 3. Cartoon of magma mixing (A) and the result on crystal zonation patterns (B).

Diffusion ceases when the magma is erupted, and the zonation patterns of crystals are then preserved after this time (t_3). The time that it takes for the shape of the compositional gradient to change from sharp (at mixing) to diffuse (at eruption) can be determined using a modeling technique, called diffusion chronometry. The rate of Fe-Mg diffusion in olivine and orthopyroxene is well-known, thus, these crystals can be used as “clocks” to tell us how much time passes between magma mixing and eruption. Constraining the timescales over which magmatic processes trigger eruptions is critical to interpreting geophysical monitoring signals and preparing for future hazards at active volcanoes.

Saito et al. (2010) and Tomiya et al. (2013) applied diffusion chronometry modeling of olivine and magnetite, respectively, for the recent eruptions of Miyakejima in 2000 and Shinmoedake in 2011, and estimated that magma mixing occurred a few days before the eruptions. Recent studies have shown that accounting for diffusion anisotropy within volcanic crystals is a critical step in such investigations. Their results should be reexamined in light of this, as well as expanding the number of mineral types and chemical elements that can be measured and modeled. I have collected samples from the deposits of these eruptions in order to extract olivine and orthopyroxene phenocrysts from the pyroclastic material. Crystal orientation and multi-element chemical data will be collected and applied to diffusion models to determine the timing between magma mixing and eruption for these case studies. In order to obtain accurate diffusion timescales, chemical profiles should be collected with careful evaluation of crystal orientation. For example, to determine accurate diffusion timescales

for orthopyroxene from lava flows erupted at Ruapehu volcano in New Zealand, we obtained compositional profiles perpendicular to the c-axis of orthopyroxene. The profile shows a perfect fit with a modelled diffusion profile, which gives us a precise timescale of 5.1 days (Fig. 4; unpublished data).

References

- Ban, M., Hayashi, S., Takaoka, N., 2001. K-Ar dating of the Chokai Volcano, Northeast Japan Arc – a compound volcano composed of continuously established three stratovolcanoes. *Bulletin of the Volcanological Society of Japan*, 46, pp. 317-333
- Minami, Y., Ohba, T., Hayashi, S., Saito-Kokubo, Y., Kataoka, K., 2019. Lahar record during the last 2500 years, Chokai Volcano, northeast Japan: flow behavior, sourced volcanic activity, and hazard implications. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 387:106661
- Saito, G., Morishita, Y., Shinohara, H., 2010. Magma plumbing system of the 2000 eruption of Miyakejima volcano, Japan, deduced from volatile and major component contents of olivine-hosted melt inclusions. *Journal of Geophysical Research*, 115:B11202.
- Tomiya, A., Miyagi, I., Saito, G., Geshi, N., 2013. Short time scales of magma-mixing processes prior to the 2011 eruption of Shinmoedake volcano, Kirishima volcanic group, Japan. *Bulletin of Volcanology*, 75:750.
- Yamamoto, T., Kudo, T., Ishizuka, O., 2018. Temporal variations in volumetric magma eruption rates of Quaternary volcanoes in Japan. *Earth, Planets and Space*, 70:65.

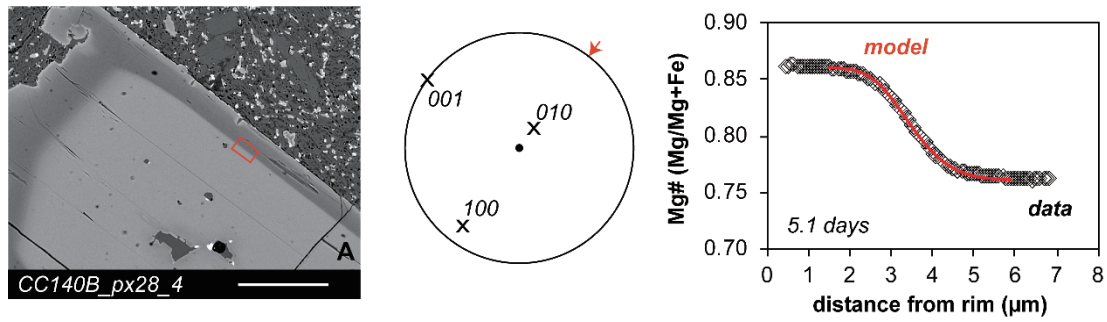


Figure 4. An example of using diffusion chronometry to determine magma mixing timescales for lava flows from Ruapehu volcano, New Zealand. A reverse-zoned orthopyroxene crystal is shown in the left panel. This back-scattered electron image shows a dark, Mg-rich rim. The middle panel shows the orientation of the crystal. The selected direction of the compositional profile (red arrow) is perpendicular to the crystal c-axis (001). The right panel shows the match between compositional data and the model, which is used to calculate a timescale for the Fe-Mg diffusion within the crystal ($t = 5.1$ days).

|||||

AI を使った地震研究の動向

AI を活用した地震研究は、アメリカを中心にして、世界中で行われ始めています。その主なものは、地震波形から P 波や S 波などの到達時刻を読み取り (Ross et al., 2018; Zhu and Beroza, 2019) といった、従来手動で行われていた地震波形検測をニューラルネットワークで置き換えるものです。

このほかには、強震動予測式（距離減衰式とも呼ばれます）を AI によって構成するという試みも行われています。これは、地震動の大きさをマグニチュードや震源・観測点距離などといった数少ない特徴量によって記述する式で、強震動の大きさを簡易的に予測するためのものです。

産総研においては人工知能研究センターを設置したり、深層学習向けのスーパーコンピュータ「ABCI」を開発したりするなど（産総研 LINK 2018 年 9 月号参照）、AI 研究と利用に力を入れております。地質調査総合センター（GSJ）においても、一部の研究者が自らの研究に AI 技術を取り入れ始めています（長尾ほか、2018; 板木、2019）。

これまでも、地震を起こす活断層の物理的性質（例えば、活断層にかかる応力や活断層の強度）を、そこで発生する微小地震の性質を用いて研究を進めて参りました（図1）。微小地震の並びによって、地下の断層構造を推定することができます。微小地震の発震機構によって、断層にかかる応力を知るこ

とができます。微小地震の応力降下量が、断層強度など断層の何らかの物理的性質と結びつくかどうか、検討しております (Uchide et al., 2014)。

当グループでは地震発生ポテンシャル評価に向けた研究の一環として、大量の微小地震の発震機構から、10 km スケールの詳細な地殻応力場を明らかにする取り組みを行っております。関東地方については既に今西ほか (2019) によって報告しております。発震機構を推定する際に必要なのが、各観測点における P 波の初動の上下動成分が上を向いているか、下を向いているかという「P 波初動極性」です (図2)。これまで P 波初動極性を人の目で読み取ってきており、大量のデータを処理するために膨大な時間がかかっています。そこで、当グループでは、AI 技術を活用した自動読み取り技術を開発しています。同様の研究は国内外でも実施されておりますが (Ross et al., 2018; Hara et al., 2019)、当グループでは、実際の微小地震の研究に応用して、地殻応力場やその他の研究に生かすことに主眼を置いて、研究を進めていきたいと考えております (Uchide, 2019)。

わが国には、微小地震を捉える定常地震観測点が 1500 点程度設置されています。気象庁による検測結果が公開されており、研究に活用されています。

特定の地域の微小地震に着目した場合、より密な臨時地震観測が必要になる場合があります (例えば、内出ほか, 2015; 今西ほか, 2016)。その場合課題となるのは、地震波形データの検出です。これは自前で行うほかないわけですが、非常に手間がかかります。そこで当グループでは、複数の地震観測点のデータを用いて、地震を検出する技術も開発しております。臨時地震観測のデータ処理の負担を軽減することで、臨時地震観測データの有効活用はもちろんのこと、臨時地震観測を今まで以上に実施しやすくするように努めてまいります。

AI を使った研究の落とし穴

AI を使った研究の中には、その技術的欠陥を指摘されるものも出てきました。特に注意を要するのが、手持ちのデータをどのように訓練データ、検証データ、テストデータに分割するかという問題です。

教師あり学習と呼ばれる方法では、入力データと「正解の出力」の組を用意しておいて、それに適合するようにニューラルネットワーク上のパラメータを調整します。これがニューラルネットワークを訓練するというので、その際に用いられるデータセットを訓練データと呼びます。

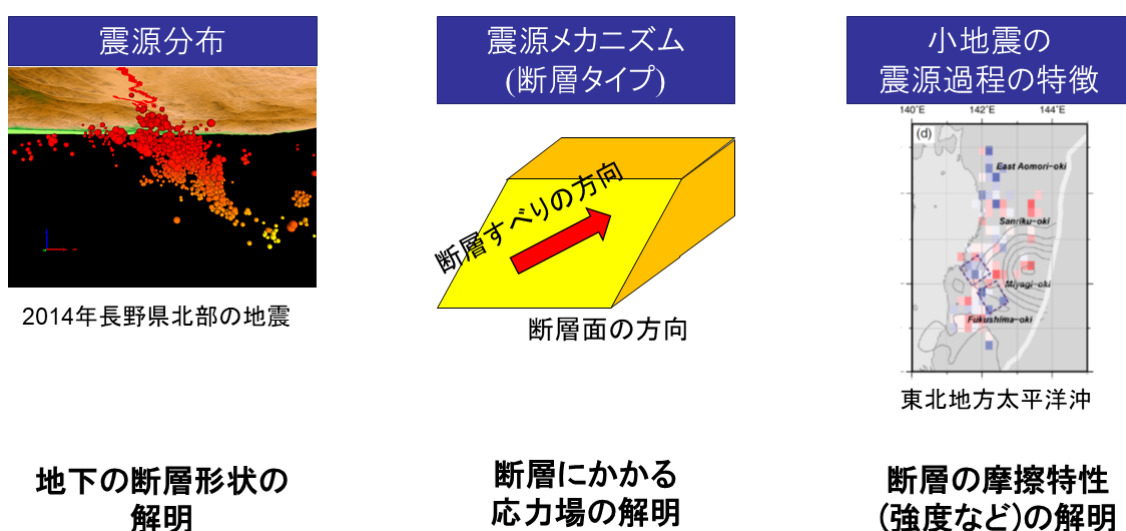


図1 微小地震を用いた地震発生場の研究.

AI を用いた研究で最も気を付けなければならないのが、過学習です。これは、ニューラルネットワークが与えた訓練データばかりに適合するようになってしまい、それ以外の新しいデータには適切な結果を出力しなくなるという問題です。過学習になっていないかどうかを確認するために、訓練データとは別のデータセットを用います。これが検証データです。検証データに適合するようなモデルパラメータの調整は一切しません。検証データを用いた確認は、訓練の最中に随時行います。

訓練が終了したモデルの実力も測っておかなければなりません。そのため、訓練データ・検証データとはまたさらに別のデータセットが必要になります。これがテストデータです。

すなわち、所望のニューラルネットワークモデルを得るためには、中身の異なる3つのデータセットが必要になるのです。同じデータセットを使ってしまうと、適切な訓練や評価ができなくなってしまいます。

微小地震の解析の場合、ほぼ同じ場所で発生した地震の地震波形を同じ観測点で記録した場合、ほぼ同じデータが出来上がります。これらはもちろん別のデータなのですが、実質的に同じデータになってしまうという危険性があります。ノイズが違うから違うデータと考えることもできるかもしれませんが、AI を用いた地震波形解析の「べからず集」は、まだ十分に整備されていません。このような基礎研究も、AI 技術の適切な導入のために必要ではないかと考えております。

AI を用いた地震学研究の今後

現在は、手動で行われている地震波形検測をニューラルネットワークで置き換えるという研究が進められています。これまでも自動検測の研究は行われてきましたが、手動検測ほどの信頼性はないと考えられてきました。実際のデータへの適用などを通して、今後、AI による自動検測の実力を見極

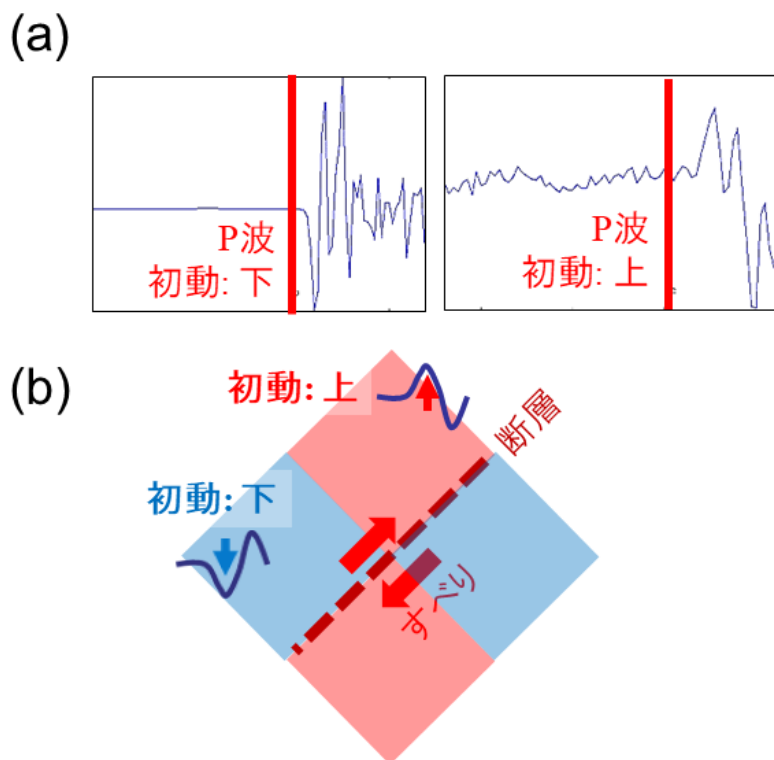


図2 (a) P波初動極性の例、(b) P波初動極性と断層面・すべりの方向との関係。

めていくことになると考えております。

一方で、これまで知られていなかったデータや観測可能量同士の関連が発見するような研究を進めていけないかとも考えております。地球科学のみならず、各研究分野においてそのような取り組みが進んでくことで、科学全体がこれまでとは違った進み方をする可能性もあります。具体的な道筋はまだ検討している段階ですが、当グループとしても挑戦を続けていきたいと考えております。

参考文献

- Hara, S., Y. Fukahata, and Y. Iio (2019), P-wave first-motion polarity determination of waveform data in western Japan using deep learning, *Earth, Planets and Space*, 71 (1), 127, doi:10.1186/s40623-019-1111-x.
- Hinton, G. E., and R. R. Salakhutdinov (2006), Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks, *Science*, 313 (5786), 504-507, doi:10.1126/science.1127647.
- 今西和俊, 内出崇彦, 松下レイケン (2016), 臨時地震観測による山梨県北東部の微小地震の発震機構解と応力場, 活断層・古地震研究報告, 16, 53-77.
- 今西和俊, 内出崇彦, 大谷真紀子, 松下レイケン, 中井未里 (2019), 関東地域の地殻内応力マップの作成, 地質調査研究報告, 70 (3), 273-298.
- 板木拓也 (2019), AI (人工知能) を活用した微化石の正確な鑑定・分取技術を確立—高速自動化した革新的な地層解析に道筋—, GSI 地質ニュース, 8 (5), 125-127.
- McCulloch, W. S., and W. Pitts (1943), A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity, *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5 (4), 115-133, doi:10.1007/bf02478259.
- 長尾正之, 牟田直樹, 西嶋 渉, 宮本浩司, 月坂明広, 鈴木 淳 (2018), 海砂海域での反射強度画像による底質判別の課題と深層学習による解決の試み, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 74 (2), 1441-1446.
- Ross, Z. E., M.-A. Meier, and E. Hauksson (2018), P Wave Arrival Picking and First-Motion Polarity Determination With Deep Learning, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 123 (6), 5120-5129, doi:10.1029/2017JB015251.
- Uchide, T., P. M. Shearer, and K. Imanishi (2014), Stress drop variations among small earthquakes before the 2011 Tohoku-oki, Japan, earthquake and implications for the main shock, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 119 (9), 7164-7174, doi:10.1002/2014JB010943.
- 内出崇彦, 今西和俊, 松下レイケン (2015), 山梨県北東部における地殻応力場推定のための臨時地震観測, 活断層・古地震研究報告, 15, 211-233.
- Uchide, T. (2019), Focal mechanism estimation based on the automatic P-wave polarity picking using a machine learning, AGU Fall Meeting, S43E-0697.
- Zhu, W., and G. C. Beroza (2019), PhaseNet: a deep-neural-network-based seismic arrival-time picking method, *Geophysical Journal International*, 216 (1), 261-273, doi:10.1093/gji/ggy423.

外部委員会等 活動報告 (2019年10月～11月)

【6月追加分】

2019年6月27日

地震調査委員会長期評価部会（岡村，宍倉出席 / 文科省）

陸域及び海域の活断層評価について

【8月追加分】

2019年8月30日

地震調査委員会長期評価部会海域活断層等評価手法検討分科会（岡村出席 / 文科省）

日本海南海西部の海域活断層評価について

【9月追加分】

2019年9月10日

地震調査委員会（宮下出席 / 文科省）

8月の地震活動について検討・評価した。評価文は下記にて公表。

2019年9月25日

日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会（岡村出席 / 内閣府）

日本海溝・千島海溝沿いの地震・津波について

【10-11月】

2019年10月2日

地震調査委員会長期評価部会（岡村，宍倉出席 / 文科省）

日本海南海西部の活断層評価について

2019年10月7日

南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会，地震防災対策強化地域判定会（松本（則），板場出席 / 気象庁）

各機関の最近1ヶ月の観測データを持ち寄り，南海トラフ沿いの地震に関する地殻活動モニタリングの評価検討を行った。

2019年10月9日

地震調査委員会（宮下出席 / 文科省）

9月の地震活動について検討・評価した。評価文は下記にて公表。

http://www.jishin.go.jp/evaluation/seismicity_monthly/

<http://www.jishin.go.jp/>

2019年10月23日

東京都環境影響評価審議会第二部会（宮越出席 / 都庁）

2019年11月1日

東京都環境影響評価審議会総会（宮越出席 / 都庁）

2019年11月8日

南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会，地震防災対策強化地域判定会（松本（則），板場出席 / 気象庁）

各機関の最近1ヶ月の観測データを持ち寄り，南海トラフ沿いの地震に関する地殻活動モニタリングの評価検討を行った。

2019年11月18日

東京都環境影響評価審議会第二部会（宮越出席 / 都庁）

2019年11月27日

原子力規制庁原子炉火山部会（篠原出席 / 原子力規制庁）（篠原出席 / 原子力規制庁）

原子炉の運用に関する火山活動の評価

2019年11月29日

東京都環境影響評価審議会総会（宮越出席 / 都庁）

IEVG ニュースレター Vol.6 No.5（通巻35号）

2019年12月発行

発行・編集 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
活断層・火山研究部門

編集担当 黒坂朗子

問い合わせ 〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

Tel: 029-861-3691 Fax: 029-861-3803

URL <https://unit.aist.go.jp/ievg/index.html>