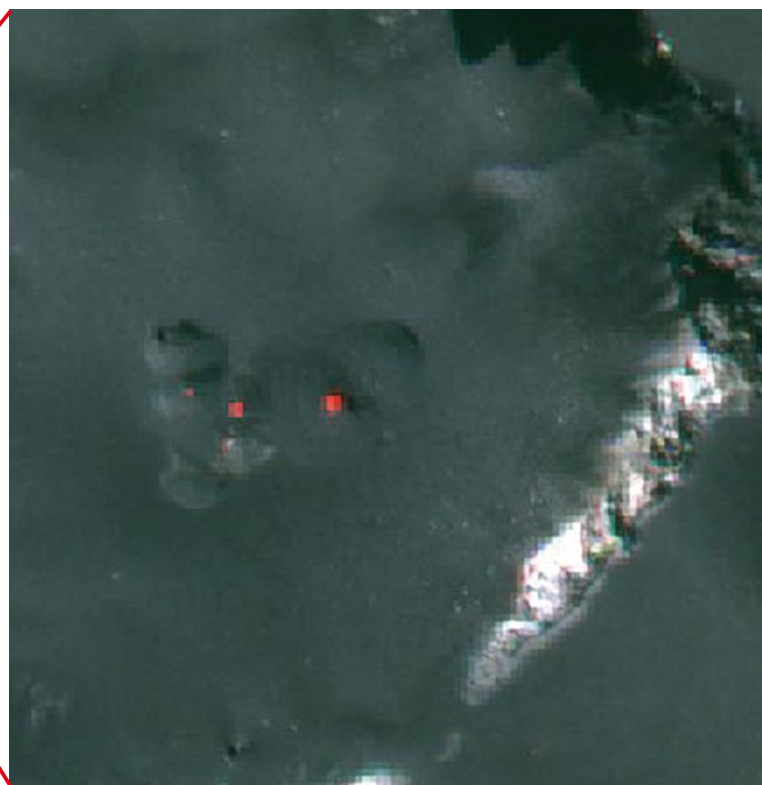
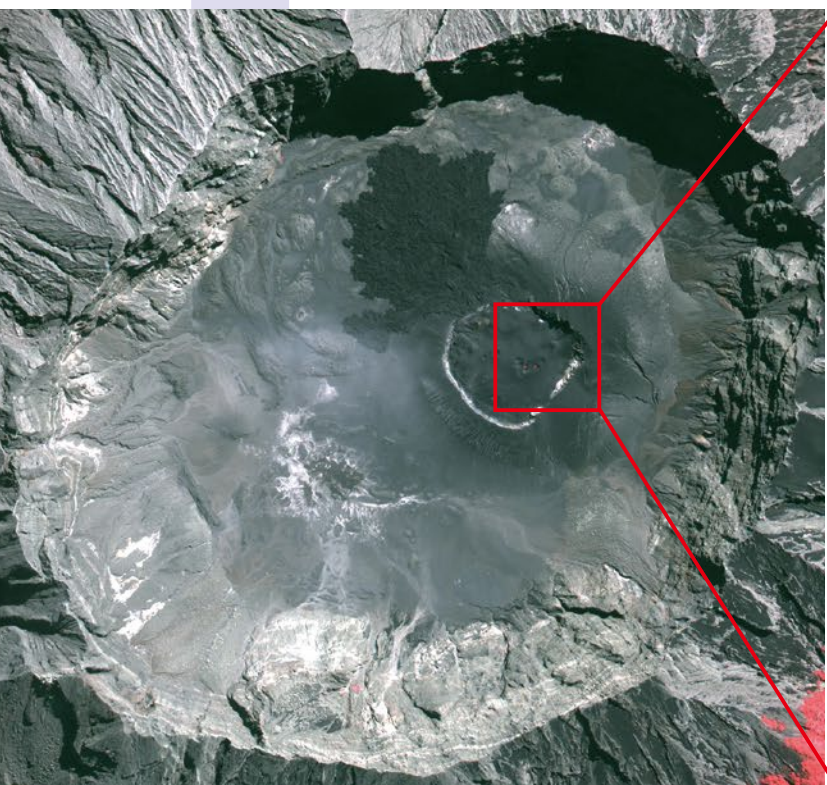


特集

衛星によって噴火推移を リアルタイムに捉える

火 山噴火予知研究センターの金子隆之准教授は、人工衛星データを用いて
噴火活動を準リアルタイムでモニタリングできるシステムを開発。
アジア太平洋域の主要167の活火山の観測を行い、
噴火メカニズムの解明や防災に役立てようとしている。



東京大学地震研究所

衛星によって噴火推移をリアルタイムに捉える

取材協力 火山噴火予知研究センター 准教授 金子 隆之

衛星で火山噴火を観測する理由

「火山の噴火がどのように推移していくかを理解すること。それは火山研究の基本かつ重要なテーマであり、噴火メカニズムの解明には不可欠です」と金子准教授は語る。

しかし、例えば大規模な爆発的噴火であるプリニアン噴火では、まず軽石や火山灰が噴出し、次に火砕流、その後に溶岩流が発生するとされていたが、最近になってこれらが同時期に発生していると思われる事例も多いことが分かってきた。この例のように、噴火推移について十分把握できているとは言い難い。

「噴火推移を理解するには、まず観測が必要です。そして噴火の観測には人工衛星が役に立ちます」と金子准教授。火山噴火が起きると周辺地域への立ち入りが規制されて現地観測が困難になるが、衛星は軌道上から観測を続けることができる。しかも上方から観測するため、現地観測より噴出物の分

布や火口内の状況を把握しやすい。また定期的に観測するので変化を捉えることも可能だ。

衛星を用いた火山噴火の観測は1970年代から行われており、金子准教授も20年ほど前から取り組んできた。しかし、観測頻度や分解能が低く、得られる情報は限られていた。

「その状況を変えたのが、『ひまわり8・9号』と『しきさい』です」と金子准教授。「ひまわり8号」は2014年、「ひまわり9号」は2016年に打ち上げられた気象衛星で、10分ごとの高頻度で観測し、分解能は2kmである。「ひまわり6・7号」の観測頻度は30分ごと、分解能は4kmだった。「しきさい」は2017年に打ち上げられた気候変動観測衛星で、観測頻度は1～2日ごとだが、分解能は250mと高い。「観測頻度と分解能の飛躍的な向上によって、短い時間スケールで起きる変化や小さな変化を捉えることができるなど、衛星の

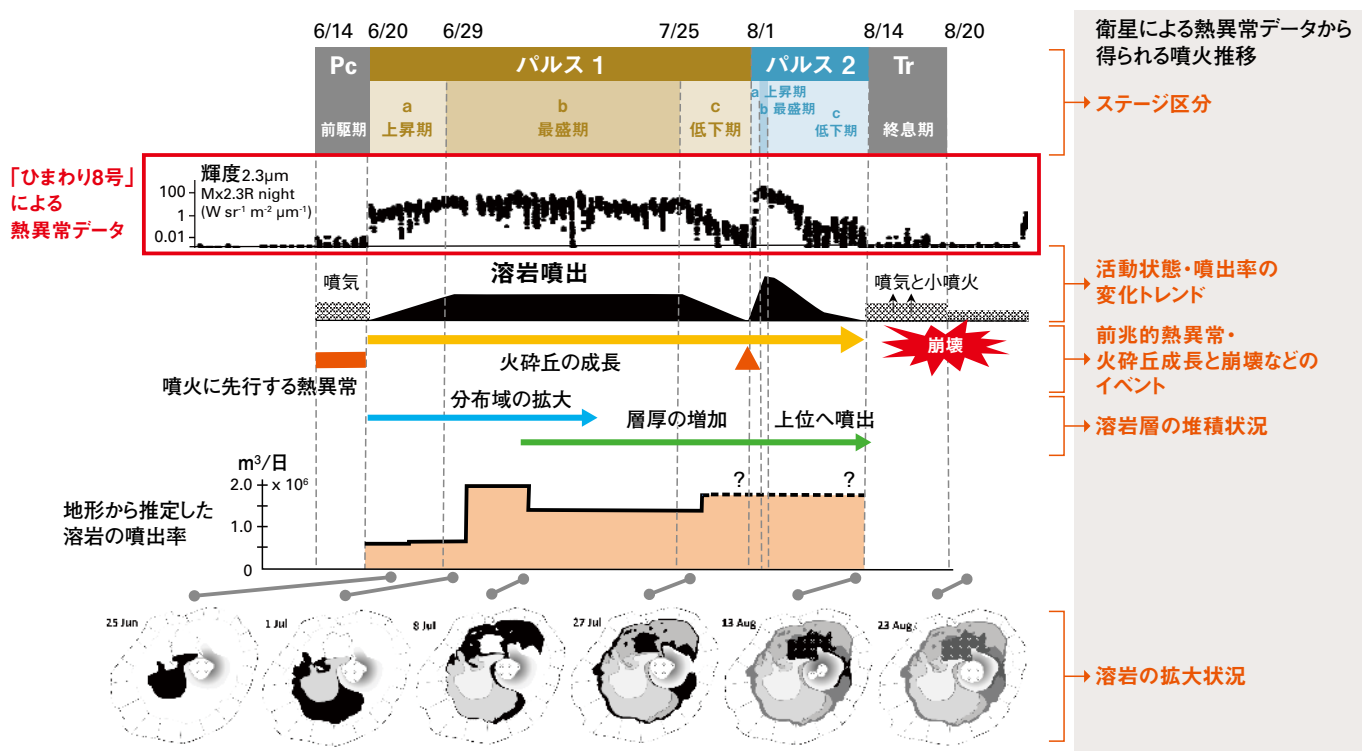
火山噴火に対する観察能力が非常に高くなりました」

噴火に先行して熱異常が発生

衛星が観測するさまざまな波長の電磁波のうち、金子准教授が特に注目しているのは赤外線である。衛星が取得した赤外画像からは、噴火に伴う高温の熱異常領域を検出できるからだ。「熱異常は、溶岩流や火砕流の発生など噴火活動の指標として使われています。観測頻度や分解能が向上したことでこれまで見えなかった現象も捉えられるようになり、熱異常は噴火推移を把握する強力なツールとなることが分かってきました」

そのきっかけとなったのが、2015年のインドネシア・ラウン火山の噴火である。金子准教授は「ひまわり8号」による赤外画像を解析（図1）。噴火した6月20日6時50分（世界時）すぎから熱異常が認められ、それは溶岩の噴出を捉えたものである。そして金子准教

図1 人工衛星の観測データから噴火推移を捉える（ラウン火山2015年噴火の例）



授が次に注目したのは、噴火の前だ。「噴火のおよそ1週間前の6月14日から微弱な熱異常が表れていたのです。溶岩噴出前の熱異常はとても小さく、1日ごとの観測だったらノイズとして無視したかもしれません。しかし10分ごとの観測で系統的に変化していることから、ノイズではなく確かに熱異常が発生していると確信できました」

その熱異常の原因は何か。「ひまわり8号」が捉えた熱異常領域を、30cmという高分解能の衛星画像と重ねてみた。すると、火口内の複数の小クレーターの底に微小な高温域が認められた(表紙)。「熱異常は、地表近くまで上昇してきたマグマに由来していたのです。噴火に先立って熱異常という前兆現象があると分かったことで、それを噴火の予測に使えるかもしれません」

熱異常から 噴出率の変化が分かる

噴火の推移を把握する上で、噴火の開始とともに重要な要素が、噴出物の量の変化である。単位時間当たりの噴出物の量を噴出率といい、噴火の開始から収束までほぼ一定、徐々に増えて徐々に減っていく、増減を繰り返すなど、噴出率の変化パターンは多様だ。

これまでは衛星画像で地形の変化を捉え、差分から噴出率を求めていた。一方で金子准教授は、「ひまわり8・9号」が捉えた熱異常と噴出率の間には正の相関関係があり、熱異常に係数を掛ければ噴出率を推定できて、おおよその変化をつかめることを明らかにした。ラウン火山の2015年噴火、西之島の2017年噴火について熱異常から求めた噴出率の変化は、従来の地形変化から求めた噴出率とよく一致する。

熱異常に掛ける係数は、主に溶岩の性質によって変わる。低粘性の噴出物の場合、溶岩ドームの成長の場合など、特徴的なタイプごとに係数のデータベースづくりを進めているところだ。各火山の溶岩の性質は、正確には採取した試料を分析しなければ分からないが、過去の試料や衛星観測からある程度推定できる。「データベースがあれば、『ひまわり8・9号』で観測した熱異常から瞬時に噴出率を求められます。刻々と変化する噴出率を把握することで、その後の噴火推移も予測できるでしょう」

「しきさい」については、観測頻度が1〜2日ごとなので、「ひまわり8・9号」のように短い時間スケールで起きる変化を捉えることは難しいが、250mという高い空間分解能を活かした観測が期待されている。具体的には、

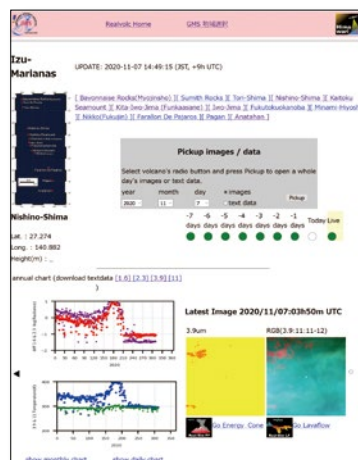
図2 衛星データによるアジア太平洋域活火山の準リアルタイムモニタリング公開ホームページ「RealVOLC」
<http://vrsserv.eri.u-tokyo.ac.jp/realvolc/>

トップページで「ひまわり8・9号」あるいは「しきさい(SGLI)」を選び地域を指定すると、各火山について熱異常の1年間の変化と最新の熱異常画像が表示される。



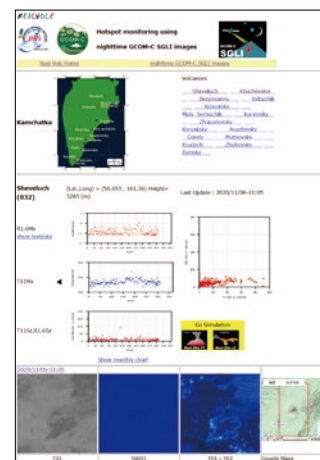
「ひまわり8・9号」による熱異常の観測

分解能2km・観測頻度10分ごと
西之島火山の例



「しきさい」による熱異常の観測

分解能250m・観測頻度1〜2日ごと
カムチャツカ・シベルチ火山の例



火砕流や溶岩流の噴出地点や分布の把握だ。ハワイ島・キラウエア火山2018年噴火において溶岩流の分布が時々刻々拡大していく様子を捉えることに成功している。

準リアルタイムモニタリング システムを開発・公開

金子准教授は2003年ごろから、アジア太平洋域の主要活火山を衛星データを用いて準リアルタイムで観測するシステムを開発してきた。そして2019年から「ひまわり8・9号」と「しきさい」を中心としたシステムに移行している。

この準リアルタイムモニタリングシステムでは、衛星の観測データを配信サーバーからダウンロードし、画像の補正を行い、火山ごとに山頂を中心とする200km四方の領域を切り出し、熱異常を解析する。それらは全て自動で行う。解析結果は、ホームページに準リアルタイムで自動公開されている(図2)。衛星の観測から公開まで「ひまわり8・9号」の場合は2時間ほどである。

このシステムを使えば、火山を一つ一つ観測しなくても、アジア太平洋域の主要な167の活火山で起きた噴火をいち早く捉え、推移

を追うことができる。別の衛星の高分解能衛星画像と組み合わせることで、具体的な噴火状況も詳細に分かる。「多くの観測事例を集め、比較分析して噴火推移の共通点や相違点を整理・分類することが、次の目標です。それによって噴火推移の理解、さらには噴火メカニズムの解明を目指します。ホームページではいろいろな火山の今を見ることができるので、専門家でない方も、ぜひアクセスしてみてください」

金子准教授は国家プロジェクトである戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」にも参加している。「衛星データを用いた準リアルタイムモニタリングシステムで求めた火口の位置や噴出率のデータを使い、溶岩流や火砕流のリアルタイムシミュレーションを行って災害域を予測しようとしています。火山研究を防災・減災につなげたい」と語る。

衛星を用いた噴火観測の魅力は?「衛星データを読み解いていくと、地上や地下で何が起こっているのか、噴火の状況が詳しく手に取るように見えてきます。しかも研究室にいないが、世界中の火山について見ることができ。それが衛星観測の魅力です」

TOPICS

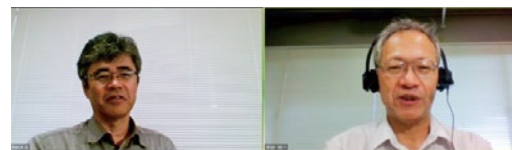
広報アウトリーチ室活動報告

●地震研YouTubeチャンネル 新作2本公開

・「煤書き記録方式による地震計」
かつて実際に使用されていた煤書き方式の地震計。今では見ることの少ない記録紙の煤付けの全工程を、動画で紹介しています。
・「西之島の最新情報-急成長する火山島-」
西之島の最新の知見や上陸調査時の様子をご覧ください。サイエンスアゴラ2020の出演動画です。

●サイエンスカフェ報告

2020年8月27日、地震・火山噴火予知研究協議会との共同企画であるサイエンスカフェの第4回を「火山の観測研究体制・人材育成の現状と課題」というテーマでオンライン開催しました。



西村太志教授（東北大学大学院理学研究科、左）と森田裕一教授（右）

●サイエンスアゴラ2020に出展

11月15～22日にオンラインで開催された科学技術振興機構（JST）主催の「サイエンスアゴラ2020-科学と社会の関係を探る10日間-」に出展しました。三宅弘恵准教授が「DIY災害対策～自分で何ができるか？～」でパネリストを務め、動画「西之島の最新情報-急成長する火山島-」はオンデマンド部門で再生回数No.1となりました。

最近の研究

最近の研究を紹介するコンテンツ「最近の研究」に新たな論文が追加されています。ぜひご覧ください。

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/outreach/latestresearch/>

- 日本周辺における超低周波地震活動とプレート境界のカップリングとの関連性
- 三陸沖光ファイバーケーブルを振動センサーとして用いた海洋性堆積層の探査
- 自然地震波の解析で明らかとなった沈み込む堆積層内の高間隙流体圧
- 房総半島下における正断層タイプの地震の発生メカニズム
- 大地震の発生過程
- 日本海における確率論的津波ハザード評価

INFORMATION

お知らせ

- 2020年12月11日（金）「懇談の場」をオンラインで開催予定。今号の特集「衛星によって噴火推移をリアルタイムに捉える」について、金子隆之准教授が解説します。参加ご希望の方には接続情報をお送りしますので、orhp@eri.u-tokyo.ac.jp宛てに、件名を「懇談の場参加希望」としてEメールをお送りください。
- 2021年1月6～19日、オンラインでの東京大学オープンキャンパス・一般公開第2弾が開催されます。地震研はバーチャル展示を予定しています。詳細は決まり次第、地震研ホームページにてお知らせいたします。

人事異動

- 2020年10月1日
採用 大邑潤三 地震予知研究センター（地震火山史料連携研究機構 兼務）助教
転入 根岸恒夫 研究支援チーム・共同利用担当 上席係長
転出 福田明子 研究支援チーム・共同利用担当 係長
昇任 堀江美保 財務チーム・契約担当 主任
- 2020年9月1日
採用 片岡聖子 研究事務支援室 職域限定職員（主事員）
- 2020年4月30日
辞職 長崎由美子 研究事務支援室 職域限定職員（主事員）
- 2020年4月1日
採用 秋山峻寛 技術部総合観測室 技術職員
橋本 匡 技術部総合観測室 技術職員
丹治有沙 庶務チーム・図書担当 一般職員
吉本佑花 財務チーム・契約・管理担当 一般職員



「煤書き記録方式による地震計」より



本所永遠の使命とする所は
地震に関する諸現象の科学的研究と
直接又は間接に地震に起因する災害の予防並に
軽減方策の探究とである（寺田寅彦）

東京大学地震研究所
ニュースレターPlus
第34号

発行日 2020年12月10日

発行者
東京大学 地震研究所

編集者
地震研究所 広報アウトリーチ室

制作協力
フォトンクリエイト
（デザイン：酒井デザイン室）

問い合わせ先
〒113-0032
東京都文京区弥生1-1-1
東京大学 地震研究所
広報アウトリーチ室

Eメール
orhp@eri.u-tokyo.ac.jp
ホームページ
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/>



学生実験のライブ配信風景

●東京大学オープンキャンパス・一般公開

2020年度の東京大学オープンキャンパスおよび地震研一般公開は、新型コロナウイルスの感染拡大に配慮し、9月21日にオンラインでの開催となりました。



●「バーチャル地震研」公開

オンラインで行われた地震研一般公開に合わせて、どこからでも地震研を見学いただける「バーチャル地震研」を公開しました。今後、ご覧いただける部屋を増やしていきます。



●東京カレッジで佐竹所長が講演

2020年10月14日、佐竹健治所長が東京カレッジ・シンポジウム「『知りたい』に応える-社会と専門家のより良い関係を目指して-」で講演を行いました。録画が東京カレッジYouTubeチャンネルで配信されています。



●プレスリリース

- 2020年9月15日 Competition to simulate building resilience (英文プレスリリース)
- 2020年12月1日 深海掘削により室戸岬沖の海底下生命圏の実態とその温度限界を解明（海洋研究開発機構などとの共同プレスリリース）

受賞

- 川勝 均教授がアメリカ科学振興協会（AAAS）のフェローに選出
- 佐竹健治所長が防災功労者防災担当大臣表彰を受賞
- 森田裕一教授が防災功労者内閣総理大臣表彰を受賞
- 佐竹健治所長がアジア・オセアニア地球科学連合（AOGS）よりAxford Medalを受賞