

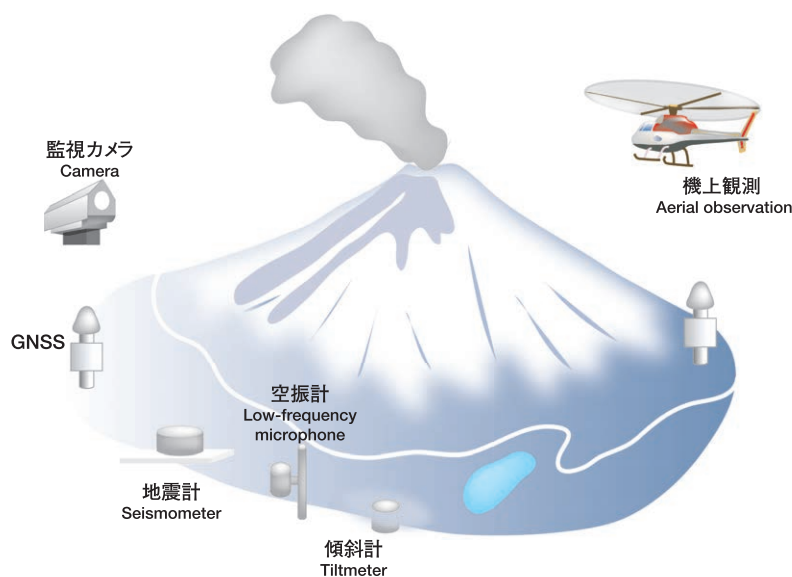
GNSS（Global Navigation Satellite System）とは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般をしめす呼称である。

火山監視・火山観測 Volcanic Monitoring and Observation

2 テレメータによる連続監視 Continuous monitoring by telemetry

札幌・仙台・東京・福岡の各火山監視・警報センターは、「火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要な火山」として火山噴火予知連絡会によって選定された50火山について、地震計、傾斜計、空振計、GNSS観測装置、監視カメラ等の火山観測施設を整備し、関係機関（大学等研究機関や自治体・防災機関等）からのデータ提供も受け、24時間体制で火山活動を監視しています。

Volcanic Observations and Warning Centers (VOWCs) at Sapporo, Sendai, Tokyo and Fukuoka, monitor 50 active volcanoes 24 hours a day using observation equipment such as GNSS, tiltmeters, low-frequency microphones and visual cameras, and leverage data provided by relevant organizations such as universities, research institutes and local municipalities.



テレメータによる火山の連続監視のイメージ図
Schematic image of volcanic observations by JMA

震動観測（地震計による火山性地震や微動の観測）

Seismic observation (Monitoring volcanic earthquakes and tremors with a seismometer)

空振観測（空振計による音波観測）

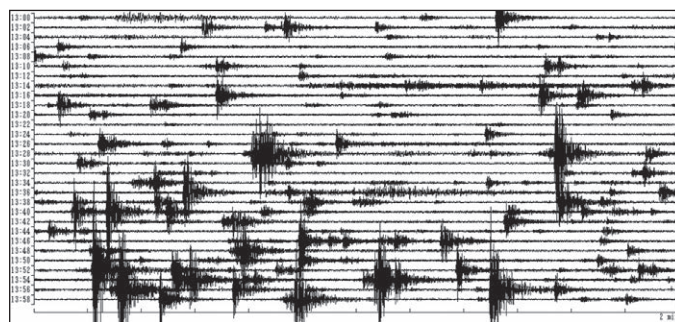
Air shock (infrasonic) observation (Monitoring air shock with a low-frequency microphone)

震動観測は、火山及びその周辺に発生する火山性地震や火山性微動を、空振観測は噴火等に伴う空気振動（空振）を観測するものです。気象庁は、地震計・空振計等の観測機器からのデータをリアルタイムに伝送し、火山性地震や火山性微動、空振の発生状況を監視・解析することにより、火山の活動状態の把握に努めています。

Seismic monitoring is conducted to observe volcanic earthquakes, and tremors. Air shock observation is conducted to observe air shock caused by eruptions. JMA monitors and analyzes their sources and waveforms to evaluate the state of volcanoes using data transmitted from instruments such as seismometers and low-frequency microphones in real time.



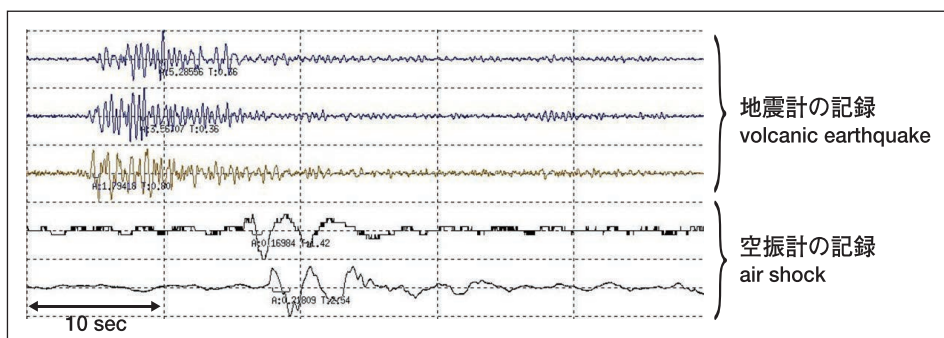
地震計
Seismometer



地震計により観測された浅間山における火山性地震の波形
Volcanic earthquakes from Asamayama recorded with a seismometer



空振計
Low-frequency microphone



噴火に伴う火山性地震と空振（浅間山）
Volcanic earthquake and air shock caused by the eruption of Asamayama

遠望観測（高感度カメラ等による動画監視）

Visual observation (monitoring volcanoes with a high-sensitivity camera)

遠望観測は、夜間でも星明りのようなわずかな光で見ることのできる監視カメラ等により火山を遠望し、噴煙の高さ、色、噴出物（火山灰、噴石など）、火映などの発光現象等を観測するものです。火山監視・警報センターでは、他機関（大学等研究機関や自治体・防災機関等）の協力を得ながら、火山に設置した監視カメラからの映像をリアルタイムに伝送することにより、24時間連続的に火山活動を監視しています。

Visual observation is conducted to observe the height and color of plumes, volcanic products, such as ash and projectiles, and related phenomena. VOWCs continuously monitor volcanoes in real time using high-sensitivity cameras capable of observation in low-light nighttime conditions.

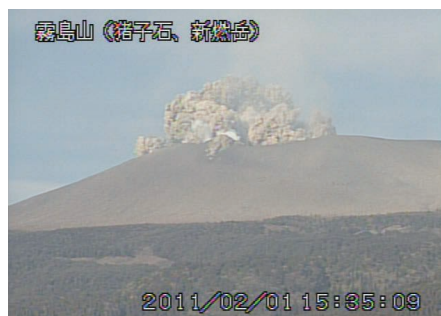


高感度監視カメラで夜間に観測された桜島の噴火（平成21年2月1日）

Sakurajima - nighttime observation of an eruption on 1 February, 2009, using a high-sensitivity camera



高感度監視カメラ
High-sensitivity camera



高感度監視カメラにより、新燃岳の噴火の様子を観測

Kirishimayama (Shinmoedake) - observation of an eruption using a high-sensitivity camera

地殻変動観測（GNSS、傾斜計等による地殻変動の観測）

Ground deformation observation (observe the ground deformation around the volcano with tiltmeters and GNSS, etc.)

地殻変動観測は、地下のマグマの活動等に伴って、地殻に力が加わって生じる地盤の傾斜変化や山体の膨張・収縮を観測するものです。傾斜計では火山体直下へのマグマの貫入等による山体の傾斜を精密に計測することができ、また、GNSS^(※)観測装置では、他のGNSS観測装置と組み合わせることで火山周辺の地殻の変形を検出することができます。地殻の動きを連続的に観測することは、地下のマグマや熱水等の供給・移動によって生じる地盤変動を知り、噴火の前兆等の火山活動の推移を予想（評価）するための重要な手段となっています。

Ground deformation is observed to monitor subterranean changes in slopes and inflation/deflation of volcanic edifices potentially associated with magmatic activity, such as magma accumulation and intrusion. Tiltmeters are used to observe subtle changes in slopes, and Global Navigation Satellite Systems (GNSS) are used to observe ground-surface changes around volcanoes. Continuous monitoring of ground movement is essential to clarify deformation caused by subterranean magmatic and/or hydrothermal activity and enable the prediction of changes in volcanic activity such as eruption precursors.



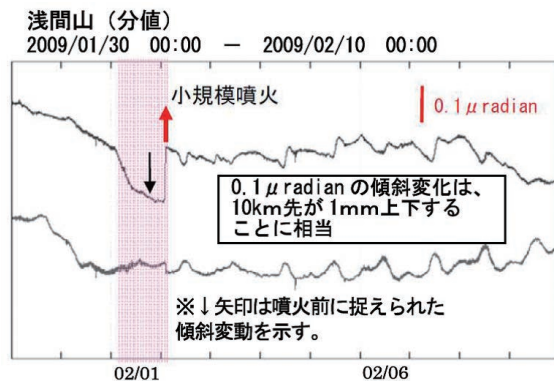
GNSS観測装置

GNSS observation instruments



観測孔に埋設される傾斜計センサー

A tiltmeter to be installed in the ground



平成21年浅間山噴火に伴い観測された傾斜変動

Ground tilt change associated with eruption on 2 February, 2009 at Asamayama.

※GNSS（Global Navigation Satellite System）とは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般をしめす呼称である。

火山監視・火山観測 Volcanic Monitoring and Observation

3 機動観測 Mobile observation

テレメータ観測では把握できない詳細な火山活動の状況を調査するため、定期的あるいは緊急的に火山機動観測班を現地に派遣して様々な観測を行います。ここでは主な観測として、熱観測、機上観測、火山ガス観測および噴出物調査について紹介します。

JMA dispatches a volcanic mobile observation team for detailed investigation of the state of volcanic activity that cannot be detected through telemetric observation. Mobile observation is carried out periodically or emergently.

In this section, we introduce thermal observation, aerial observation, volcanic gas observation and ejecta investigation.

熱観測

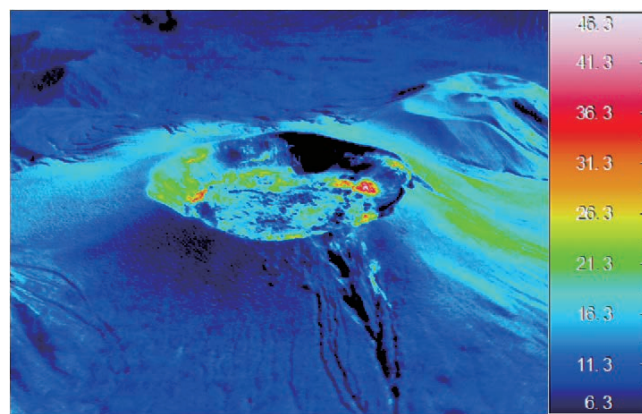
Thermal observation

赤外熱映像装置を用いて火口周辺の地表面温度分布を観測することにより、熱活動の状態を把握します。

In order to ascertain the state of volcanic geothermal activity, we observe the distribution of surface temperatures around the active crater using infrared thermal imaging equipment.



霧島山（新燃岳）の火口内の状況
（海上自衛隊第72航空隊鹿屋航空分遣隊の協力による、平成24年11月8日）
Crater of Shinmoedake (courtesy of Japan Maritime Self-Defense Force, 8 Nov 2012)



霧島山（新燃岳）火口付近の地表面温度分布（平成24年11月8日）
The distribution of surface temperature around crater of Shinmoedake. (8 Nov 2012)

機上観測

Aerial observation

ヘリコプターや航空機を利用して、近づけない火口内の様子や噴出物分布等を上空から詳しく調査します。

Aerial observation by helicopter and airplane provides a wealth of information on the conditions in the crater and the distribution of ejecta from it.



噴火後の雌阿寒岳（北海道の協力による、平成20年11月28日）
Meakandake after eruption (Courtesy of Hokkaido Pref, 28 Nov 2008)



諏訪之瀬島の噴火（鹿児島県の協力による、平成20年10月21日）
Suwanosejima during eruption
(Courtesy of Kagoshima Pref, 21 Oct 2008)



桜島南岳山頂火口と昭和火口（海上自衛隊の協力による 平成23年11月15日）
Minamidake and Showa craters at Sakurajima (Courtesy of Japan Maritime Self-Defense Force, 15 Nov 2011)

火山ガス観測

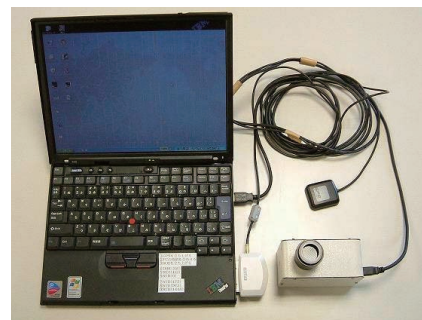
Volcanic gas observation

火口から放出される火山ガスには、マグマに溶けていた水蒸気や二酸化炭素、二酸化硫黄、硫化水素などの様々な成分が含まれています。これらのうち、二酸化硫黄はマグマが浅部へ上昇するとその放出量が増加します。気象庁では、小型紫外線スペクトロメータ（COMPUSS）という装置を用いて二酸化硫黄の放出量を観測し、火山活動の評価に活用しています。

Volcanic gas includes water vapor, carbon dioxide (CO₂), sulfur dioxide (SO₂) and hydrogen sulfide (H₂S) as products of magma. Among these gases, SO₂ emission increases as magma rises toward the surface. JMA estimates the amount of emitted SO₂ using a Compact Ultraviolet Spectrometer System (COMPUSS) to evaluate volcanic activity.



火山ガスを大量に含む噴煙（三宅島 平成13年1月）
Plume containing large amounts of volcanic gas (Jan 2001, Miyakejima)



火山ガス観測装置：COMPUSS
Compact Ultraviolet Spectrometer System



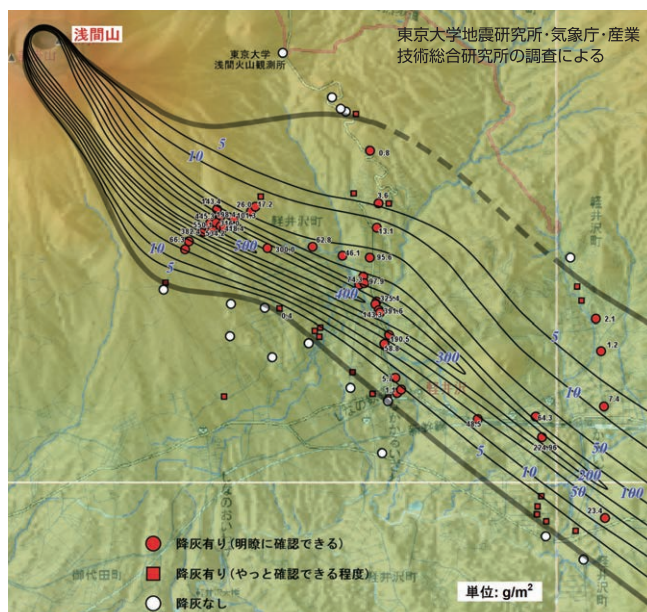
車での観測
Volcanic gas observation by car

噴出物調査

Ejecta investigation

噴火が発生した場合には、噴火の規模や特徴等を把握するため、大学や研究機関と協力して降灰や噴出物の調査を行います。

When a volcano erupts, JMA investigates the resulting ejecta in conjunction with universities and research institutes in order to ascertain the scale and features of the eruption.



国土地理院発行の数値地図50m（標高）を使用

浅間山 平成21年2月2日の噴火に伴う降灰分布

Volcanic ash fall distribution by eruption of Asamayama on 2 Feb 2009



降灰の調査

Investigation of Volcanic ash fall

火山監視・評価技術の研究開発～気象研究所～

Research for Monitoring and Evaluation Methods of Volcanic Activity - Meteorological Research Institute

(1) 噴火現象の即時把握・予測技術に関する研究

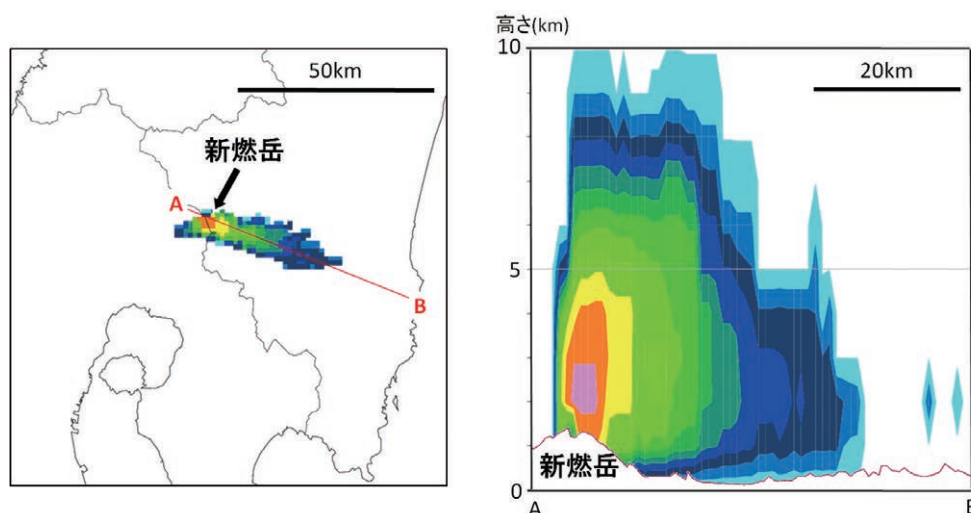
Research on immediate monitoring and accurate prediction of volcanic phenomena

噴火警報や降灰予報など防災に役立つ情報提供のためには、精度のよい噴火予知とともに、火山活動の状況を即時的に把握し、火山現象を正確に予測することが重要です。気象研究所では、リモートセンシング技術などを用いた新しい火山監視手法の開発や、既存の観測手法の改良を行って、火山監視業務に活用するための研究を行っています。

気象レーダー等の技術を活用して悪天時などに噴煙を即時的に把握する手法の研究や、地震、空振、地殻変動データから噴火現象を検知する手法などの研究に取り組むとともに、噴火後の火山灰等の拡散予測を即時的、定量的、高精度に行う技術の研究を行って、気象庁の火山監視と降灰予報の高度化に貢献しています。

To issue useful volcanic information for disaster mitigation, precise prediction of volcanic eruptions is needed. At the same time, it is necessary to monitor volcanic activity immediately and to forecast volcanic phenomena exactly. The Meteorological Research Institute (MRI) executes research on volcanic surveillance through the development of new methods using remote sensing technology and improvement of existing monitoring techniques.

In the research plan, MRI develops techniques to evaluate immediately volcanic column accompanied by eruptions using meteorological radar, and develops methods to detect volcanic eruptions using infrasonic, seismic and geodetic networks. In addition to this research, the Institute sophisticates the estimating method to forecast the tephra transport immediately, quantitatively and accurately, based on the numerical model. Through this research, MRI contributes to the improvement of volcanic activity surveillance and volcanic ash fall forecasts by the Japan Meteorological Agency.



霧島山新燃岳噴火の際に、気象レーダーによって捉えられた噴煙の例(平成23年1月26日17時10分～17時20分)。(左)レーダー反射強度の水平断面図(高度3km)、(右)A-B間の垂直断面図。暖色系の色ほど反射強度が大きいことを示す。この噴火では連続的に噴き上げられた噴煙が気象レーダーによって2日間にわたって捉えられ、そのデータ解析を通して噴煙の広がりや噴煙の高さが時々刻々と変化していく様子が明らかにされた。

Eruption cloud echo images from Shinmoedake as observed by weather radars (08:10 - 08:20 UTC, 26 January, 2011). Left: radar echo image for a constant altitude of 3 km; right: vertical cross section along the A-B line. Warm colors represent a high radar reflectivity factor.

A volcanic ash cloud produced by continuous eruption was observed by weather radars over a period of two days. Analysis of the data obtained highlighted variations in the distribution and height of the ash from minute to minute.

(2) 地殻変動など物理観測による火山活動評価手法に関する研究

Volcanic evaluation research based on geodetic and other physical observation data

噴火予知のためには火山活動の把握とともに将来の噴火の可能性などを評価することが重要です。火山の地殻変動観測は、マグマの動きを最も定量的に捉えられる観測種目のひとつです。気象庁も全国の活動的火山においてGNSS等による地殻変動観測を行っており、近年多くの火山においてマグマや熱水の活動に伴うと考えられる地殻変動を捉えるのに成功しています。

気象研究所では、GNSSや衛星の合成開口レーダ(SAR)による地殻変動観測の精度を向上させる研究、地下のマグマ等の状態変化と地殻変動の関係を計算する手法についての研究を行っています。また、近い将来の噴火が懸念されている伊豆大島で、稠密なGNSS等による地殻変動、重力、地熱などの観測を行い、それらの観測データから活動評価を行う手法に関する研究と、地下の地震波速度の変化と火山活動の関連を調べる研究などを行っています。

In predicting eruptions, it is important not only to monitor volcanic activity but also to evaluate the possibility of eruptions. Geodetic observation is one of the most useful methods for the quantitative detection of magma movement. JMA operates geodetic observation networks at active volcanoes in Japan and detects successfully ground deformation resulted from magmatic and/or hydrothermal activities.

MRI conducts research on improving the accuracy of crustal deformation observations using GNSS and satellite synthetic aperture radar (SAR), and develops methods for calculating the relationship between crustal deformation and changes in the physical state of underground magma. At Izu-Oshima, which is expected to erupt in the near future, a dense geodetic observation network is operated along with gravity and geothermal observations. The resulting data are used to develop methods for evaluating volcanic activity. Seismological research is also conducted help clarify changes in magma reservoir conditions based on seismic wave interferometry..

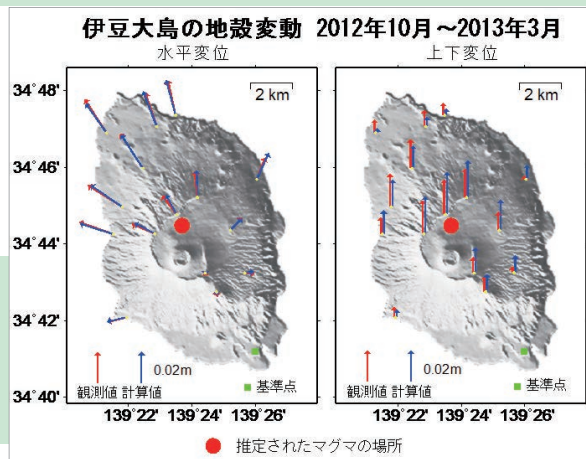


伊豆大島で行っている地殻変動観測装置。レーザー光線を山頂カルデラ周辺に設置した15個のターゲットに順々に発射して距離を測り、山体の膨張・収縮を数mmの精度で自動的に計測しています。向こうに見えるのは三原山。

Geodetic observation at Izu-Oshima. This instrument automatically measures the distances to 15 targets installed in the caldera and detects the inflation/deflation of the volcano with the accuracy of several millimeters. Miharayama, the central cone of the caldera is in the background.

伊豆大島におけるGNSS連続観測で観測された山体の膨張。伊豆大島では、昭和61年（1986年）の噴火の後から地下へのマグマの蓄積が続いています。この観測データから、カルデラの北部の地下にマグマが徐々に蓄積されていることがわかります。

Inflation of Izu-Oshima detected in continuous GNSS observation. Since the eruption in 1986, magma has continued to accumulate under the mountain. From these data, it is considered that the magma is accumulating under the northern part of the caldera.



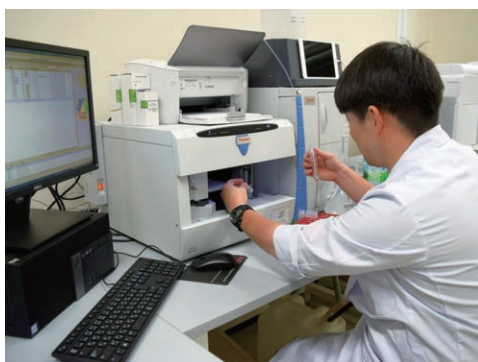
国土地理院発行の数値地図50m（標高）を使用

(3) 火山ガス観測による火山活動監視・予測に関する研究

Research on monitoring and prediction of volcanic activity based on observation of volcanic gases

火山ガスの観測によって火山噴火の前兆を早期に把握する監視手法を開発し、火山活動予測の高度化を図る研究を行います。火山ガスの放出量などを精密に観測して、地殻変動データなどを組み合わせた解析を行います。また、火山ガス組成の連続観測と精密分析によって水蒸気噴火などの微細な前兆変動を検出しようとしています。

To enhance assessment of volcanic activity, techniques to detect volcanic eruption precursors are developed from volcanic gas observation. Efforts are made to predict volcanic activity using geophysical data such as results from close observation of gas flux, and to detect minute precursors of phreatic eruptions via ongoing multi-component gas observation and wet chemical analysis.



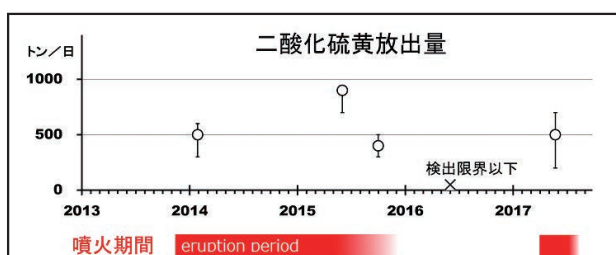
全国の火山で採取した火山ガスを実験室で精密に分析して、火山活動評価研究を行います。

左: 吾妻山(福島県)の噴気孔で火山ガスを採取する様子。

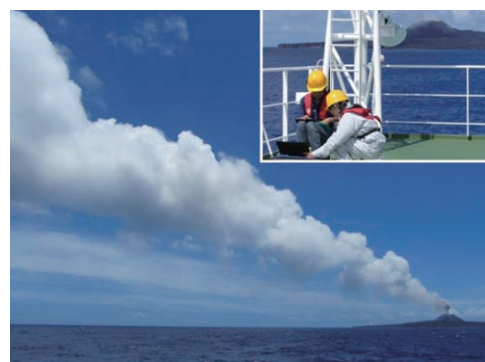
右: イオンクロマトグラフィーで成分分析をする様子。

Various volcanic gases collected from volcanoes around Japan are subjected to detailed laboratory analysis to advance research on volcanic activity assessment. Left: Collection of volcanic gas from fumaroles on Azumayama. Right: Ion chromatography analysis of collected samples.

観測船を使って西之島で火山ガス放出量観測を行い、火山ガスの量と噴火活動の関係を調べます(右)。マグマ活動と関係がある噴煙の中の二酸化硫黄の量は、噴火期間中は1日あたり400~900トンに達していることがわかりました。



To help clarify the relationship between volcanic gases and volcanic activity, a research vessel (right) is used to observe and evaluate volcanic-gas flux around Nishonoshima on an ongoing basis. Result show that 400-900 tons of sulfur dioxide--a gas components related to magma activity--are discharged per day during eruptions (left).



火山観測・監視技術の研究開発～地磁気観測所～

Research for Monitoring of Volcanic Activity ~Kakioka Magnetic Observatory~

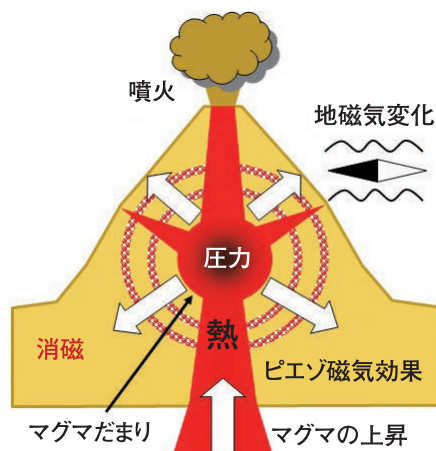
火山活動と電磁気変化

Volcanic activity and changes in geoelectromagnetic fields

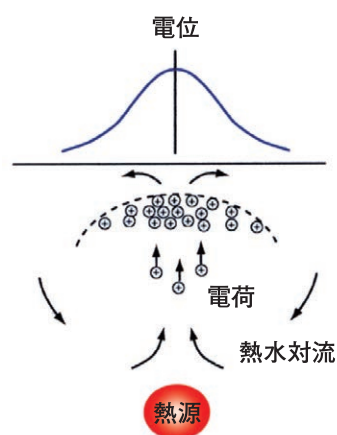
火山は、一般に磁鉄鉱などの強磁性鉱物を含む岩石からなり、磁石のように磁気を帯びています。岩石が持つ磁気は、マグマの貫入などにより熱せられると減少（消磁）し、冷やされると増加（帯磁）します。加えて、山体の圧力変化に伴って磁気に変化する（ピエゾ磁気効果）こともあります。このため、火山活動に伴い周囲の磁気は微妙に変化しています。

また、マグマ（熱源）が地下の熱水対流を形成し、山頂に正電荷を輸送する結果、山頂部が高電位に帯電することがあります。このため、火山活動に伴い山体表面の電位も変化します。

地磁気観測所では、火山の活動をより適切に把握することを目的に、地球電磁気学的手法を用いた火山観測・監視技術に関する調査研究を進めています。



火山活動に伴う地磁気変化概念図
Schematic diagram of geomagnetic changes associated with volcanic activity

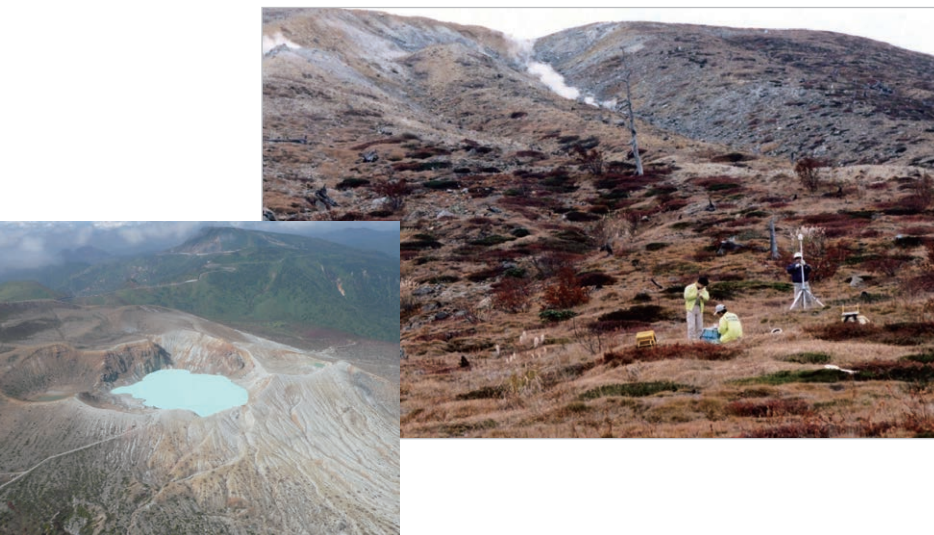


火山活動に伴う自然電位変化概念図
Schematic diagram of self potential changes associated with volcanic activity

Volcanic rocks contain magnetic materials such as magnetite, meaning that the magnetic fields around a volcano change due to the effects of mechanical stress on the rock or thermal (de)magnetization associated with volcanic activity. When hot water convection associated with volcanic activity transports a positive charge to the top of the volcano, the self-potential distribution changes along the gradient of the mountain. The Magnetic Observatory of JMA has been working to establish a comprehensive technique to utilize magnetic field observation in the monitoring of volcanic activity.

火山監視のための地球電磁氣的観測におけるケーススタディ

Case studies of electromagnetic observation for volcanic monitoring

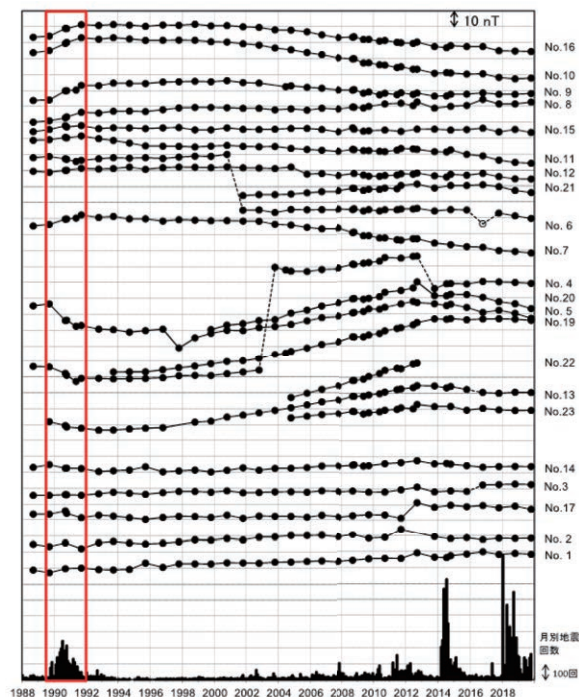


草津白根山における全磁力繰り返し観測結果(1988～)

湯釜火口周辺で実施した観測で、火山性地震が活発であった1990～1992年頃には、地下の熱活動が高まっていることを示す結果が得られ、全磁力の変化量から推定された熱源の場所と、火山性地震の震源域がよく一致する結果となりました。その後は、地下の熱活動が低下するデータが得られました。

Repeat measurements of the geomagnetic total force at Kusatsu-Shirane volcano(1988～)

The result of measurements around the Yugama crater lake shows the trend of demagnetization associated with volcanic seismicity increase in the period from 1990 to 1992, and the trend of magnetization in the recent years.



火山活動に伴う地磁気変化の解析手法の開発

Development of techniques for analyzing magnetic data and evaluating volcanic activity

地磁気の変化の中には、地球中心部で作られる主磁場の変化、太陽活動に対する地球磁気圏の応答に伴う変化、海流による変化、さらには人工ノイズなどが含まれています。火山活動を捉えるためには、まず、これらの変化を除去し、火山活動に伴う変化を抽出することが必要になります。更に、地磁気の変化から、その変化が生じた場所と大きさを特定し、それを実際の火山活動と結びつけて把握するためには、地球物理の様々な知見を統合した複雑な解析が必要になります。

地磁気観測所ではそのための解析手法をより高度化することを目的に調査研究を進めています。

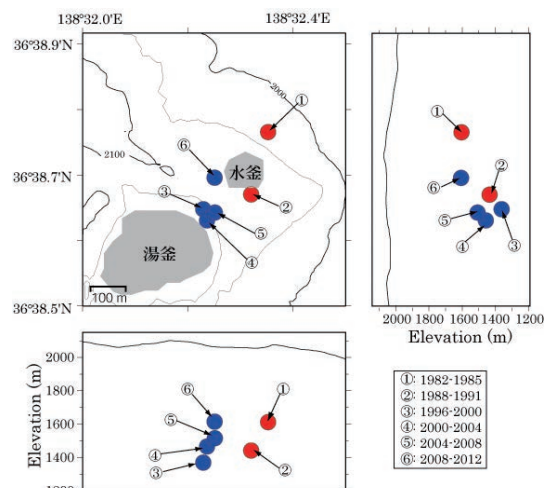
Magnetic fields around volcanoes change slightly with volcanic activity. However, they are also changed by the dynamo process in the earth's core, solar-terrestrial interaction, sea currents and artificial noise. Another mission of the Magnetic Observatory is to improve analysis techniques to enable the extraction of signals caused by volcanic activity from observed data and to utilize them to aid physical understanding of such activity.

●複雑な熱源の分布に対応できるモデル手法の開発

Development of modeling methods for the magnetic field variation caused by a complicated distribution of thermal sources

全磁力データを解析した等価磁気双極子モデル(1982～)から、湯釜周囲の地下における熱活動の変化が示されました。青は冷却、赤は加熱です。

The equivalent magnetic dipole models analyzed using geomagnetic total intensity data (1982～) at the surface of Kusatsu-Shirane show the anomalies due to thermal activity under the ground around Yugama. Blue and red circles indicate negative and positive anomaly sources, respectively.



国土地理院発行の数値地図 10m メッシュ (火山標高) を使用

全磁力データを解析した等価磁気双極子モデル(1982～)
青は冷却、赤は加熱を示す

The equivalent magnetic dipole models analyzed using geomagnetic total intensity data (1982～)
Blue and red circles indicate negative and positive anomaly sources, respectively.

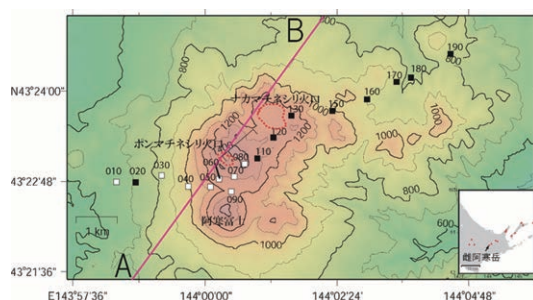
●火山体の比抵抗構造探査

Exploration of the electrical resistivity structure of volcanic edifice

比抵抗は相対的な電気の流れにくさを表す物理量です。例えば、水は電気を通しやすいため、水を蓄えた地層は比抵抗が小さくなります。このため、火山の比抵抗構造を調べることで火山体内部の熱水貯留層の分布などを推定できます。地磁気観測所では火山活動が活発な火山においてMT法(地磁気地電流法)を用いた比抵抗構造探査を実施しています。

Electrical resistivity is a physical property representing material resistance against electric currents. As water conducts electricity well, underground areas containing water have relatively low resistivity. As a result, the distribution of hydrothermal reservoirs within volcanic edifices can be inferred from the resistivity structure.

The Kakioka Magnetic Observatory engages in resistivity explorations at active volcanoes by using MT (Magnetotellurics) sounding.

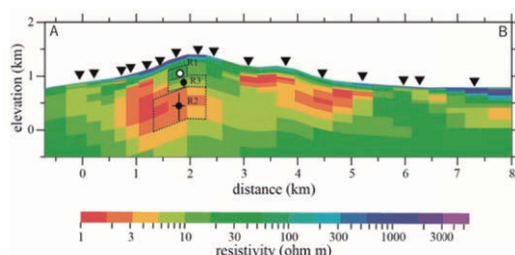


離阿寒岳におけるMT法調査観測点配置

□ : 2013年測定点
■ : 2014年測定点

Locations of MT sounding survey sites at Meakandake.

□ : survey sites in 2013
■ : survey sites in 2014



離阿寒岳の二次元比抵抗構造と熱消磁・帯磁ソース。図の赤色系の低比抵抗域が熱水貯留層と推定される。

▼ : 測定点

R1 : 2004年～2008年噴火前までの帯磁のソース

R2 : 2008年噴火後の熱消磁のソース

R3 : 2013年～2014年の熱消磁のソース

Two-dimensional resistivity structure along line AB at Meakandake. Red represents suspected hydrothermal reservoirs.

▼ : survey sites

R1: Magnetization source from 2004 to just before a 2008 eruption

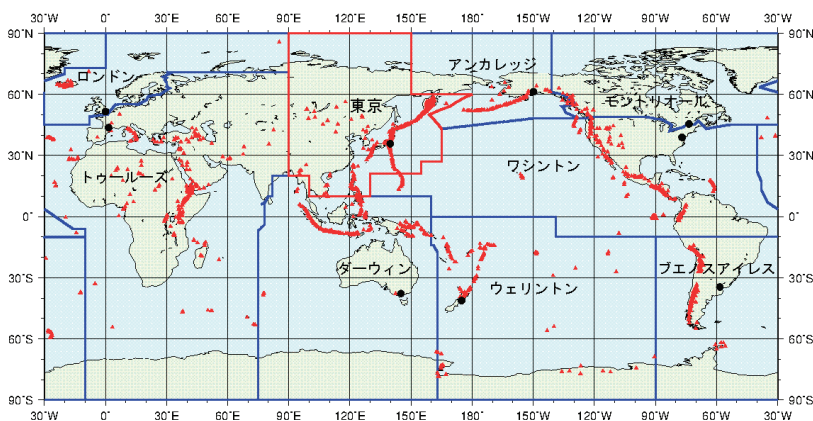
R2: Demagnetization source after the 2008 eruption

R3: Demagnetization source from 2013 to 2014

航空機のための火山灰情報 Volcanic Ash Advisory

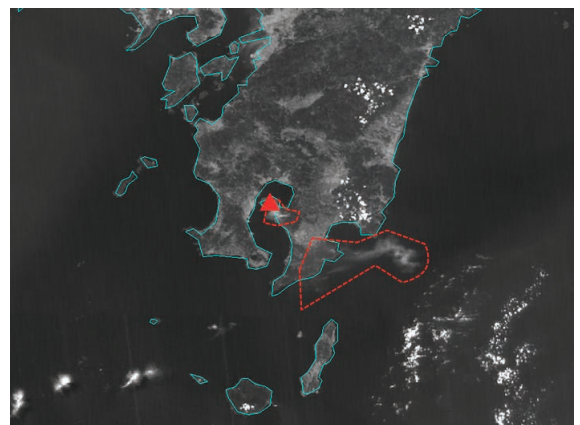
火山灰は、航空機のエンジンに吸い込まれるとエンジンが停止したり、操縦席の風防ガラスに衝突するとすりガラス状になり視界が利かなくなったり、飛行場に堆積すると離着陸出来なくなるなど、火山灰による被害は多岐にわたります。このような被害を回避するため、国際民間航空機関（ICAO）は、世界気象機関（WMO）の協力を得て、火山灰の分布や拡散予測を含む航空路火山灰情報（VAA）の提供を行う航空路火山灰情報センター（VAAC）の設置を勧告し、世界9か所のVAACを指名しました。日本では1997年4月から、東アジア及び北西太平洋を担当する東京VAACとして、気象庁が民間航空会社、航空関係機関、気象監視局、他のVAAC等にVAAを提供しています。

Volcanic ash can seriously affect air services by causing engine failure, poor visibility due to ash-related scouring of aircraft windshields, and take-off/landing delays due to ash accumulation at airports. To mitigate such effects, the International Civil Aviation Organization (ICAO), in conjunction with the World Meteorological Organization (WMO), recommended the establishment of Volcanic Ash Advisory Centers (VAACs) and designated nine such centers around the world. These facilities are tasked with issuing Volcanic Ash Advisories (VAAs) regarding the extent and predicted movement of volcanic ash. In its role as the Tokyo VAAC, the Japan Meteorological Agency (JMA) has been in charge of the East Asia and Northwest Pacific region since April 1997, providing VAAs to organizations such as airlines, aviation authorities, Meteorological Watch Offices (MWOs) and other VAACs.



世界9か所の航空路火山灰情報センターと責任領域（赤枠は東京領域）
The nine Volcanic Ash Advisory Centers (VAACs) around the world and their areas of responsibility (the red boundary indicates Tokyo VAAC's area of responsibility)

気象衛星画像上の火山灰雲
Ash Clouds in Satellite Imagery



ひまわり8号の赤外差分画像上の桜島の火山灰雲
（平成29年4月28日13時30分頃 白く見える部分）
Volcanic ash cloud from Sakurajima in Himawari-8/differential infrared imagery (28 April, 2017, 0430UTC)

航空路火山灰情報提供の流れ Information Flow of Volcanic Ash Advisory

