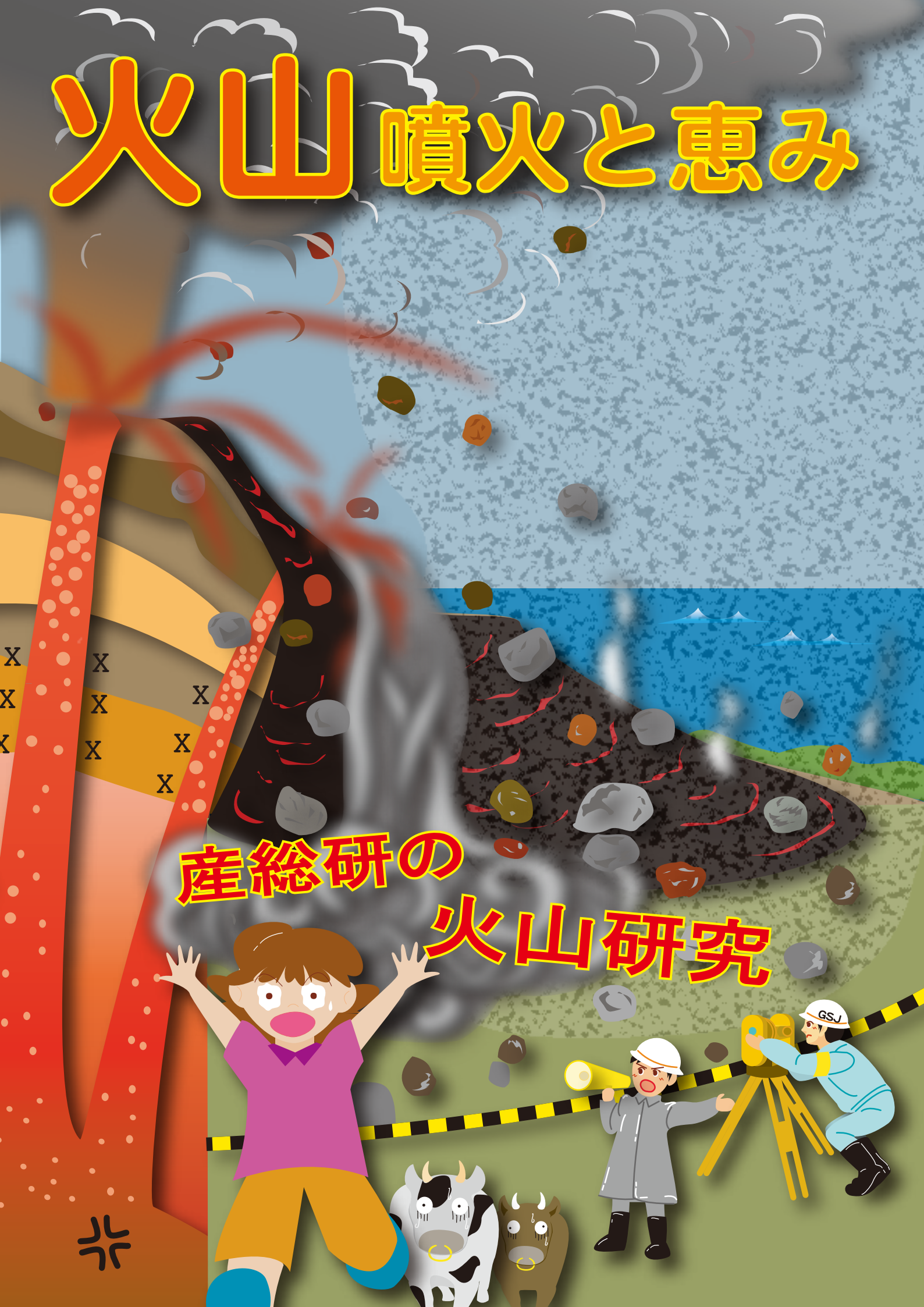


# 火山噴火と恵み

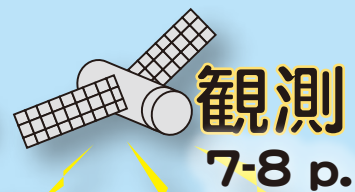


産総研の  
火山研究



産業技術総合研究所 地質調査総合センターは、  
噴火の緊急調査、火山の観測、活動履歴の調査、  
マグマ上昇と噴火の研究、鉱物資源や地熱資源の  
調査・利用技術開発などを行っています。

私たちは、噴火による自然災害の軽減と、  
火山の恵みの有効な利用を目指し、  
様々な情報を発信しています。



**観光**  
16p.

**温泉**

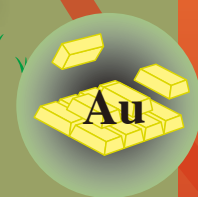
**地熱**  
14-15p.



**地質調査**  
3-4p.



**鉱床**



11-13 p.

**大地**



噴煙

噴石・火山灰

溶岩流

発泡

地震

火砕流

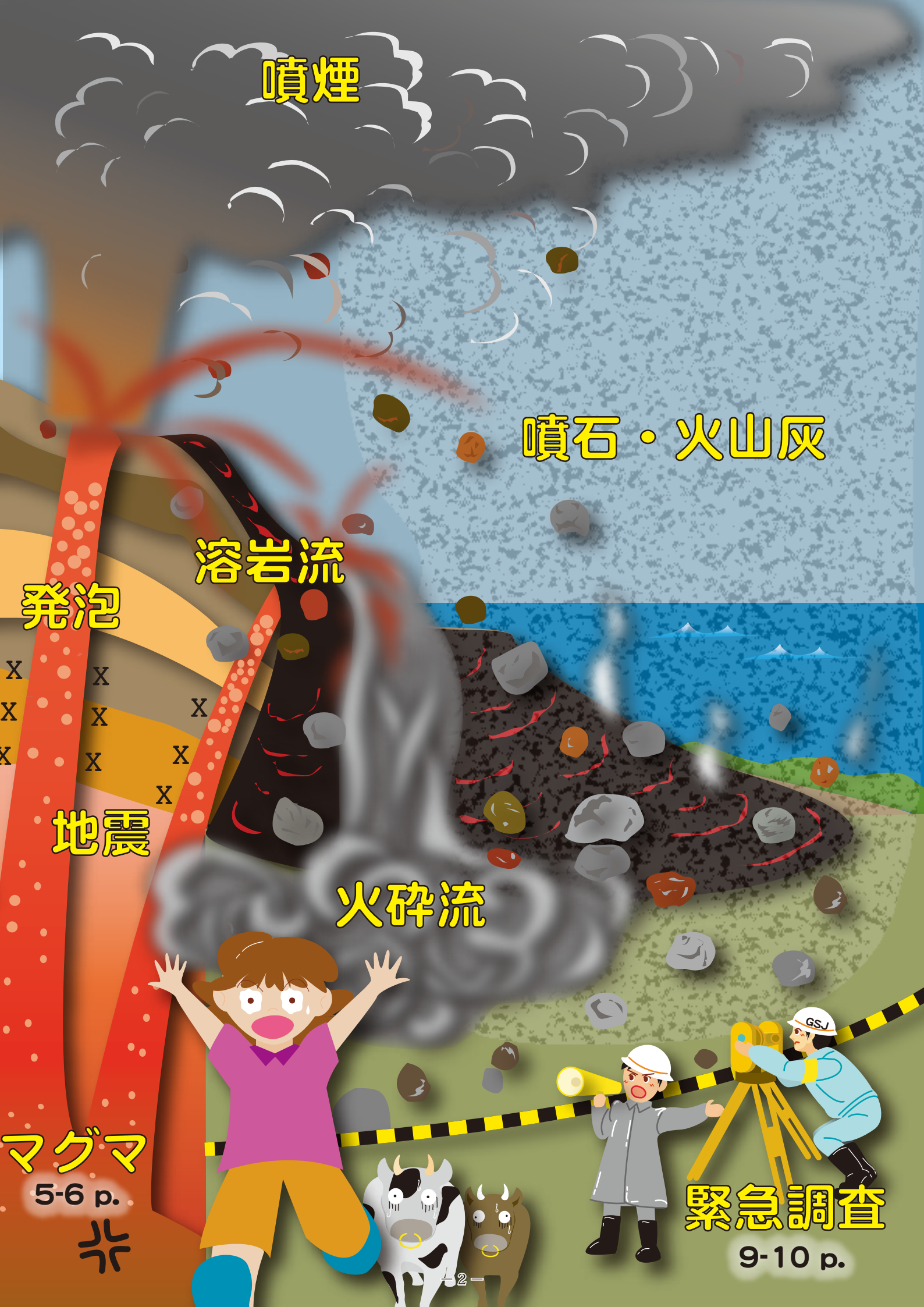
マグマ

5-6 p.

⚡

緊急調査

9-10 p.



# 火山の地質図とデータベース

## 地質図

火山の地質図には、いつ、どこで、どのような噴火をしてきたのが地図上に色分けして描かれています。時代ごとに溶岩流や火砕流の流れの流れた範囲、噴火口や噴気地帯なども示されています。これは、地道な現地調査、岩石の噴出年代や化学成分などの分析を積み重ねた研究に基づいて作成されています。地質図はいわば地図上に表現した火山の履歴書とも言えるでしょう。このような地質図は、今後起こるであろう噴火災害予測に不可欠な情報です。

過去1万年以内に噴火した日本の「活火山」は2003年時点で108あります。産総研では、従来から5万分の1縮尺の地質図として火山地域の地質図作成に取り組んでいます。これは活動的な火山に限らず、古い火山も研究の対象となります。1980年代からは、活動的な火山を対象にした火山地質図の作成も始まりました。これは、国の火山噴火予知計画にのっとり重点的に進めています。

## データベース

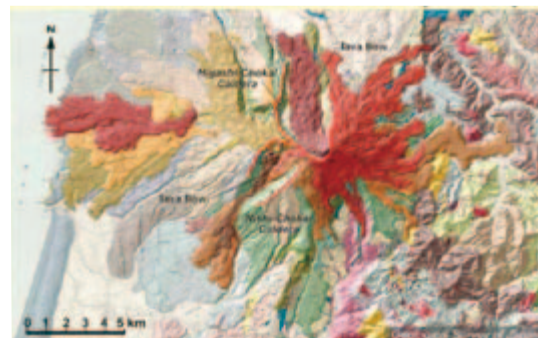
産総研では、火山に関するデータベース（DB）をインターネット上で公開しています。現在、「活火山DB」と「日本の第四紀火山」の2本立てで整備しています。活火山DBの内容の一つは、これまでに出版されている火山地質図を収録したものです。また、過去1万年間の噴火に関するさまざまな情報を加えています。「日本の第四紀火山」は、火山の形式のほか、岩石名、活動年代、地形図名、文献などをまとめてあります。各火山の全景写真や火口地形など、プロカメラマンや一般市民からも提供を受けるなどして豊富な画像データを収録し、研究者だけでなく一般の方々も広く利用されています。

活火山DB：

<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db099/>

日本の第四紀火山：

[http://riodb02.ibase.aist.go.jp/strata/V0\\_L\\_JP/](http://riodb02.ibase.aist.go.jp/strata/V0_L_JP/)



鳥海山



九重山



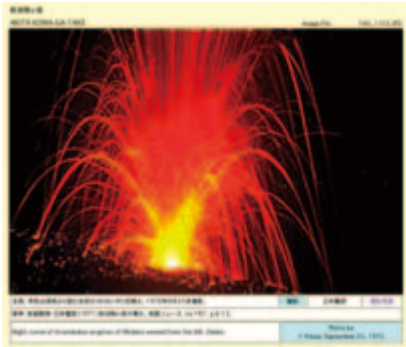
霧島山



桜島



「活火山DB」のトップページ。日本の活火山に関する地質情報を掲載しています。



秋田駒ヶ岳



有珠山



十勝岳

活火山の地質図(1980~2009年発行)  
 火山地質図 1/5万地質図



- Aランク (13) ▲
- Bランク (36) ▲
- Cランク (36) ▲
- その他 ▲
- 2008年現在

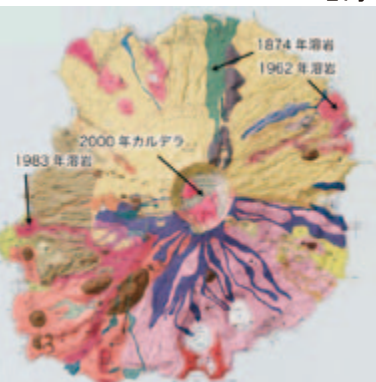


雌阿寒岳



浅間山

三宅島



伊豆大島



活火山の地質図出版状況。1980年以降に出版された5万分の1地質図及び火山地質図のみを取り上げました。火山地質図の縮尺、範囲はそれぞれの火山に合わせて任意ですが、5万分の1地質図は国土院発行の地形図区画に従うため、1つの火山が複数の区画にまたがる場合があります。このほか、秋田駒ヶ岳、安達太良山、薩摩硫黄島については最新の研究成果に基づいた詳細情報が「活火山DB」で公開されています。ここに示した写真や地質図は、「活火山DB」「日本の第四紀火山」上で公開されています。

# マグマ供給系と噴火

火山の地下には、マグマを供給する「マグマ溜まり」や、マグマの通り道である「火道」があり、これらを総称して「マグマ供給系」と呼びます。ある火山において、次の噴火がどのように起こるか、さらには数十年・数百年という中長期的将来どんな活動を繰り返すか、といったことを知るには、マグマ供給系がどうなっているかを理解することが大切です。そのために、産総研では次のような研究を行っています。

## マグマの履歴を石から読み取る

噴出物を岩石学的手法で詳しく分析し、マグマが地下でどんな状態にあったのかを調べます。例えば岩石中の結晶（斑晶）を電子線マイクロアナライザなどで化学分析し、その結晶が含まれていたマグマの温度・圧力・化学組成を推定します。また、結晶成長時に周りのマグ

マ（メルト）が結晶内に閉じこめられてできる「メルト包有物」を分析して、マグマに溶け込んでいたガス成分（水や二酸化炭素など）の量やそのときの圧力を推定します。こうして多くの噴出物を調べ、マグマの温度・圧力などが地下でどう変化してきたかを探ります。



写真1 電子線マイクロアナライザ（EPMA）。電子顕微鏡の一種。数〜数十マイクロンの空間分解能で、組織観察や高精度の化学分析ができます。

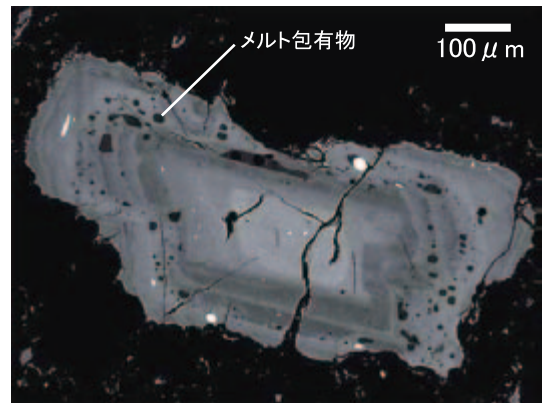


写真2 斜長石斑晶のEPMA観察例（反射電子像）。斑晶は、内側から外側に向かって年輪のように成長します。このとき、マグマの状態に応じた化学組成や組織を残します。つまり斑晶にはマグマの履歴が記録されています。これを解読し、マグマの条件の時間変動を調べます。この結晶にはメルト包有物もたくさん見られます。

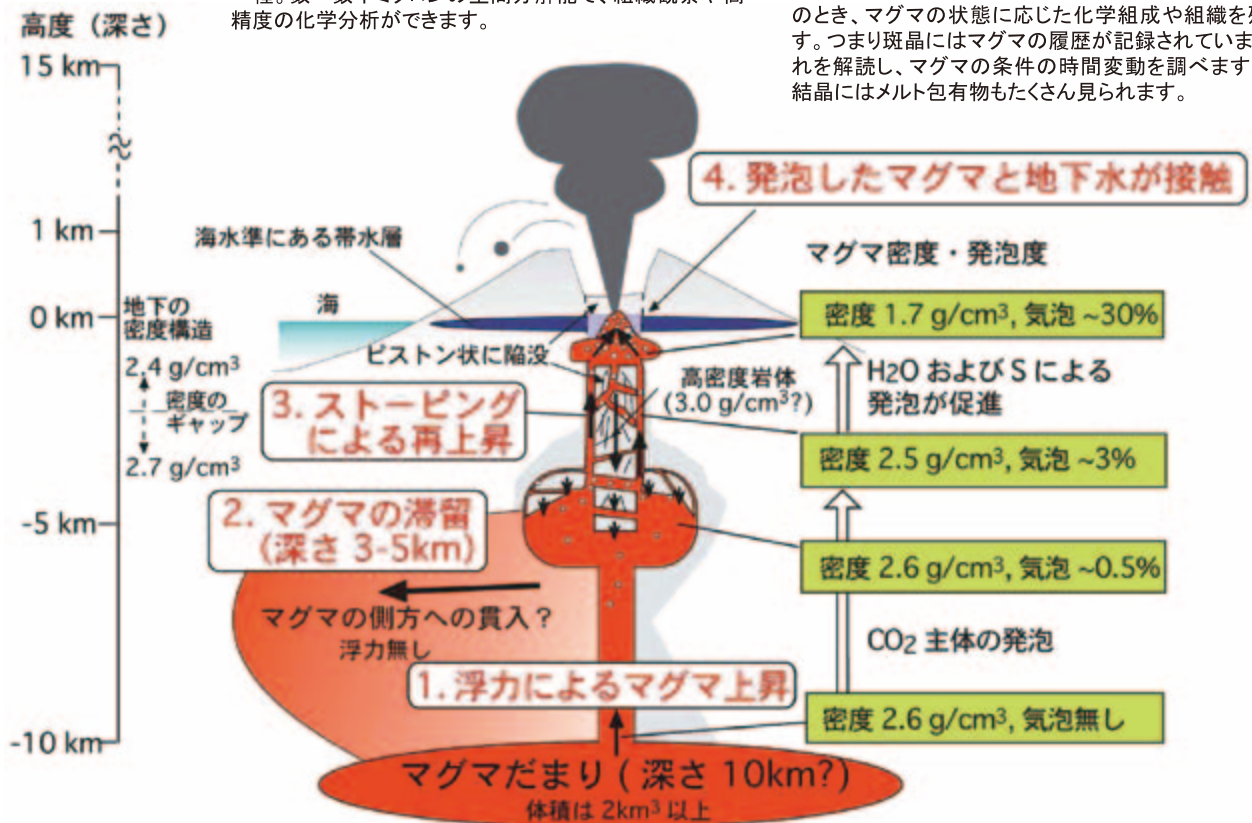


図1 岩石学的な分析によって推定された、三宅島火山2000年噴火のモデル。複雑な噴火過程を統一的に理解できました。

### 実験室でマグマを作って調べる

マグマは深さ数kmで高温高压の状態（700～1200℃・数百～数千気圧）にあり、これを直接観察することは困難です。そこで、高温高压実験装置(内熱式ガス圧装置など)で岩石を融かしてマグマを作り、マグマ中で起こる様々な反応（結晶化やガス成分の発泡など）を調べます。例えば天然のマグマを再現できる温度・圧力を実験で求め、マグマがどの深さ（圧力）に溜まっていたかを推定します。また、

マグマの上昇に伴いガス成分が減圧発泡する様子をマグマ減圧実験で再現し、上昇速度と発泡の様子との関係などを調べます。そうしてマグマからのガスの抜け方、噴火の爆発の強さを決めるメカニズムなどを探ります。

### 室内で「噴火」を再現して観察

地下のマグマの動きは、地震や地殻変動などの観測で間接的に分かりますが、その様子を直接見た人は誰もいません。そこで、マグマを別の物質（アナロ

グ物質）に置き換え、マグマ供給系を実験室サイズに縮めて、その様子を実験で調べます（アナログ実験）。例えば地殻をゼラチンで、マグマを油で置き換えた実験では、「マグマ」がクラック（薄い割れ目）を作り上昇し「噴火」に至る様子が観察でき、実験条件によって様々な上昇パターンを示すことが分かりました。このような実験は、一般向けの普及活動や理科教育にも活用されています。



写真3 内熱式ガス圧装置 (HPV)。高温高压状態を発生させ、実験室でマグマを作り出します。地質調査総合センターの装置は、実験試料の落下急冷機構や、減圧速度制御機構も備えています。

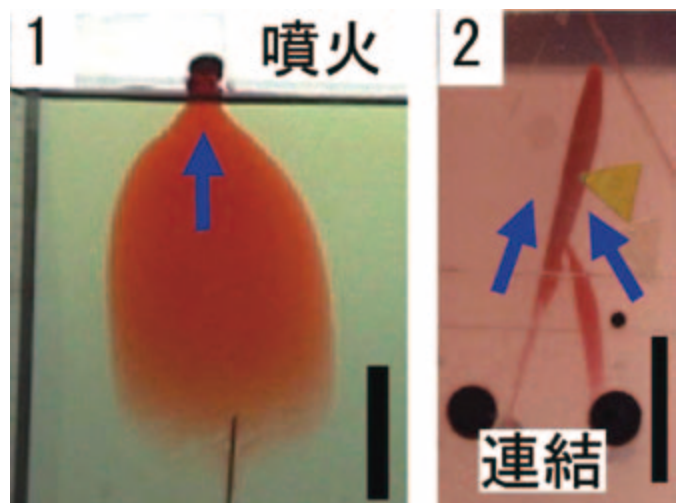


写真5 ゼラチンを使ったマグマ上昇のアナログ実験。左の写真はクラックの正面から「噴火」を、右は側面からクラック同士の連結を見たところ。黒いバーは3cm。

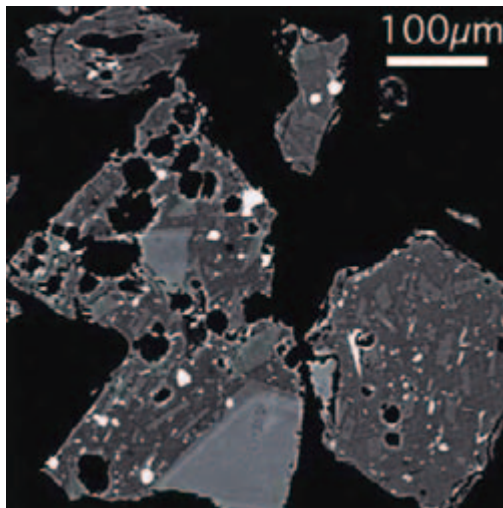
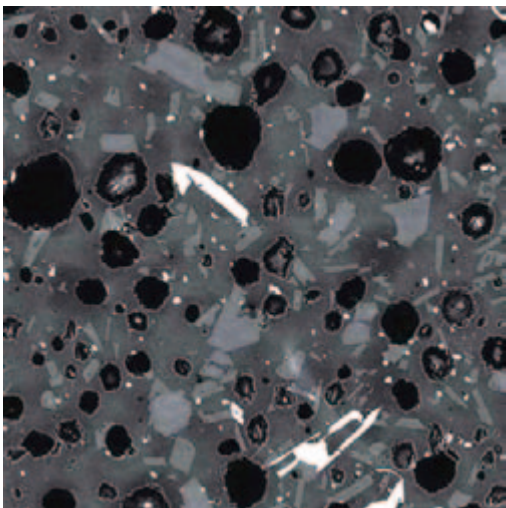


写真4 マグマ減圧発泡実験で得られた人工的な「軽石」(左)と有珠2000年噴火の実際の軽石片 (右)の反射電子像。黒色で丸いのが気泡、白色や明灰色の粒は結晶、暗灰色の地の部分は火山ガラス。有珠2000年噴出物は細かい気泡を多く含む特徴があります。これは実験によれば、減圧速度が比較的大きかったことと、上昇の途中に地下で急冷されたことによると推定されます。写真の一辺はどちらも0.5mm。

# 火山の観測

産総研で行っている火山の観測研究は、マグマの活動に伴う変動を調べる研究と火山体内の構造を調べる研究に大別されます。

## マグマ活動に伴う変動の研究

火山活動が活発化すると火山ガスの組成が変化し放出量が増えます。マグマが上昇するとマグマ中に溶け込んでいた大量のガスを放出するからです。したがって、火山ガス組成や放出量をモニターすることによって、そのままでは見ることができな

い地下のマグマ活動の変化を捉えることができます。そこで、火山ガスの組成や放出量の観測研究を国内の多くの火山において精力的に進めています。火山ガスの測定では、火口や噴気孔に直接接近して行う場合があります。しかし、危険を伴う場所が多いことから、噴出源から離れたところで観測する装置の開発も行っています。

マグマが上昇してくると地表は上下方向や水平方向に変動します。そこで、GPS等の機器を用

いて地殻変動を連続的に観測し、マグマの動きを検知する研究を行っています。また、主に地上からの観測が困難な火山を対象にして、ASTER等の人工衛星を利用した火山活動の観測研究も行っています。人工衛星の画像を解析することにより、噴煙の様子、地形の変動、地表面温度とその変化などを捉えることができます。

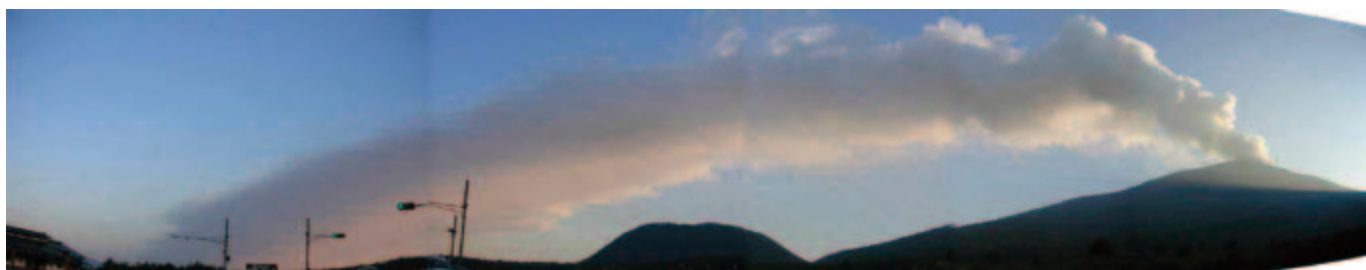


写真1 活動中の浅間火山の噴煙(2004年9月)。この当時は、火山灰とともに日量4-5000トンの二酸化硫黄ガスが放出されました。

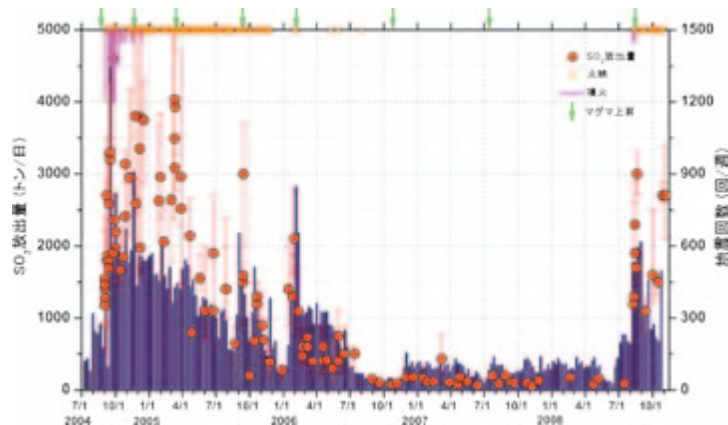


図1 浅間火山における二酸化硫黄ガス放出量および火山性地震の観測記録(2004-2008: データは産総研、東大、東工大、気象庁)。パルス的に増加する放出量と山体内部で起こる地震回数の変化関係が明瞭であり、深部からのマグマの供給とその規模が推定できます。

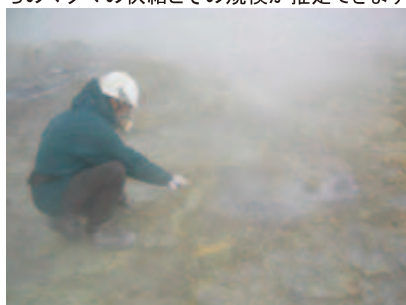


写真2 薩摩硫黄島の高温噴気地帯での火山ガス調査の様子。

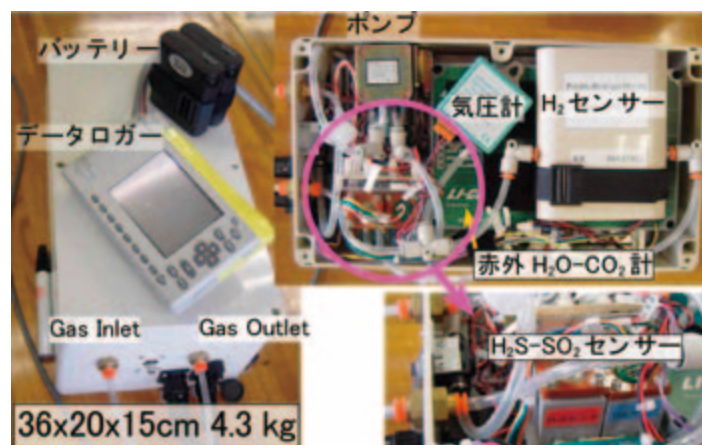


写真3 噴煙観測装置(Multi-GAS)。各種ガスセンサーにより大気中の火山ガス成分濃度を測定し、火山ガス組成を算出するために産総研で新たに開発された装置。従来は、火山ガス測定のためには噴気孔に近寄る必要があったが、この装置により遠方での観測や連続観測が可能となりました。



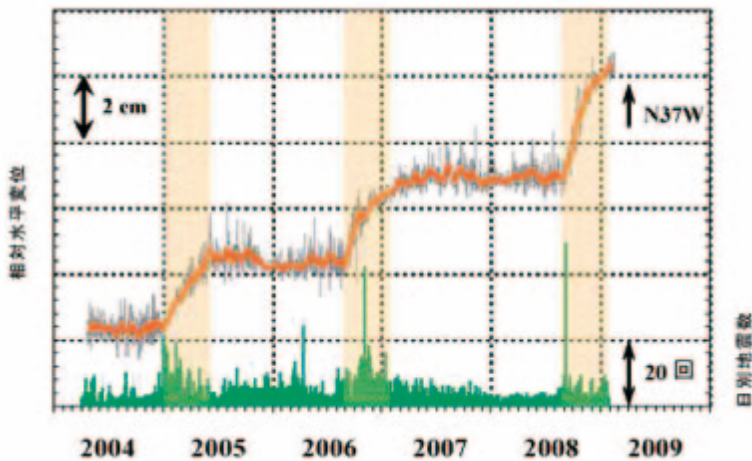


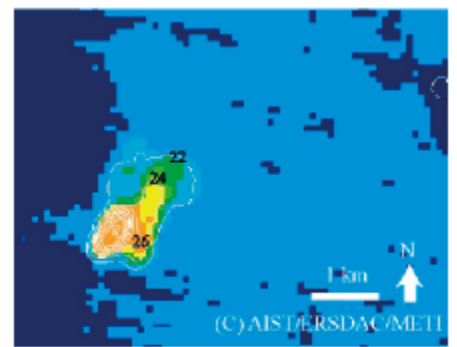
図2 GPSによる口永良部島火山での地殻変動の連続観測の結果。京都大学防災研究所との共同研究による。縦軸は水平方向の変位を示します。オレンジ色の実線は平均値、下部の緑色の棒グラフは火山性地震の発生回数です。この観測で火山性地震の群発と同期した3回の膨張を捉えました(網掛けの部分)。膨張は3~6ヶ月で2~3cmのゆっくりとしたもので、火山性流体の浅部への上昇が繰り返えされた結果、膨張域の地盤の強度が低下してきていることが推定されます。



写真4 口永良部島火山におけるGPSによる地殻変動連続観測の様子。



VNIR画像



温度画像

図3 2006年10月4日に観測したトンガにあるホームリーフ海底火山周辺のASTER画像を解析したものです。左側は海底火山の噴火によって出現した新島の可視・近赤外画像です。新島の周りには変色海水が見られます。右側は温度画像です。新島付近の海水が火山活動によって4℃以上も暖かいことが分かります。

### 火山体内の構造を調べる研究

主に電磁気学的手法を用いて、深度数km程度までの比抵抗構造を求める研究を行っています。地下の比抵抗は、地下水の有無、温度、岩石の変質の程度などによって大きく変わり、その値の分布を知ることによって、地下の状態を推測することができます。火山に適用することによって、噴火時に上昇してくるマグマの周囲の環境(地下水の分布など)をあらかじめ把握することができます。

一方、地下の空隙中の液相の水、蒸気の流れとそれに伴う熱伝達を計算機上でシミュレーションする研究も行っています。それによってマグマの活動に伴

う水や蒸気の流動、温度分布などの時間推移を知ることができます。電磁気学的手法と合わせて火山体内に形成される地下水や熱水系の発達過程を調べる研究を進めています。

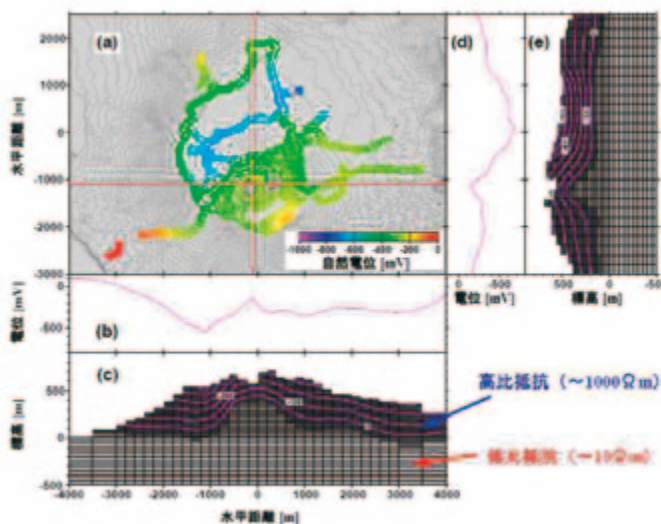


図4 伊豆大島火山における地下水流動のシミュレーションを行い、地表における自然状態の電位分布を計算したものです。断面は観測で得られた比抵抗構造を示し、この条件の下でシミュレーションをしています。赤い実線は計算された等電位面を示します。このような自然電位の計算結果は、今後、マグマが貫入した場合の変動を検知するための基礎データとなります。

# 噴火の緊急調査

## なぜ噴火を調べるのか

噴火は時として大きな災害を引き起こします。噴火がより激しい活動に向かうのか、あるいは終息に向かうのかといった噴火推移の予測は、避難計画や防災対策を計画する上できわめて重要な情報となります。噴火推移の予測のためには、地球物理学的・地球化学的な観測とともに、噴火によって地表にもたらされた噴出物の地質学的・物質科学的解析によって、火山の地下でどのような現象が進行しているかを捉えることが不可欠です。噴火現象は地下でのマグマ活動の変化を反映して時間とともに刻々と変化します。また火山灰などの噴出物は噴火後の雨や風、人間活動などによって攪乱され失われてゆきます。そのため、噴火

が発生した場合にはできるだけ迅速に現地調査を行い、噴火推移の詳細な観測と迅速な噴出物調査を行うことが不可欠です。

## 緊急調査

産総研では、噴火が発生した場合には気象庁などの関係機関と協力して噴火の緊急調査を行い、噴火の状況を迅速に把握することに努めます。緊急調査では、気象庁や自治体などからの情報、あるいは報道機関からの情報などを使って、どのような噴火が起こっているかを把握し、その上でどのような調査が必要かを迅速に判断します。その判断に基づき、現地に研究者を派遣し、噴煙活動など噴火現象とその推移の詳細な観察、噴出物の分布調査、火山ガスや熱活

動の調査などを行います。さらに、地下でのマグマや熱水の動きを捉えるために地盤変動や熱活動の変化を測定します。さまざまな分野の火山研究者が協力してこれらのデータを収集・解析することによって、噴火を起こしている地下でのマグマの活動を迅速かつ正確に把握し、噴火推移予測に貢献することを目指します。このようにして噴火の最前線で得られるさまざまな情報は、進行中の噴火による災害の軽減に必要であるだけでなく、科学としての火山学の発展にもきわめて重要な基礎資料となりであり、将来のより正確な火山活動の把握と減災に貢献することが期待されます。



重大な影響を及ぼす可能性のある噴火が発生。緊急調査によって噴火の現状や推移を迅速に把握する必要があります。



産総研の火山研究者は状況を分析し、緊急調査を計画します。どこで何を調査すればよいのか、研究目的や安全性を考慮しながら調査計画を検討します。



実際に現地に研究者が赴き、噴出物の調査などを行います。噴火の規模やどのようなタイプの噴火であったのかを理解するためには、こうした噴出物の調査が欠かせません。

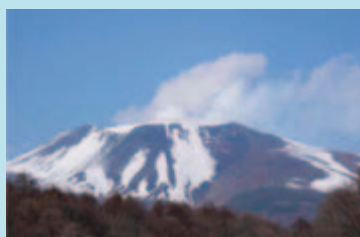


山体変動観測のためのミラーを設置しています。地下でのマグマや熱水の動きを知るためには、現地での変動観測は重要なデータとなります。

# 最近噴火した日本のおもな火山



諏訪之瀬島  
継続的に噴火を続けている日本国内でも最も活発な火山の一つです。



浅間山  
2004年には爆発噴火が発生しました。

浅間山(2004年、2008年)

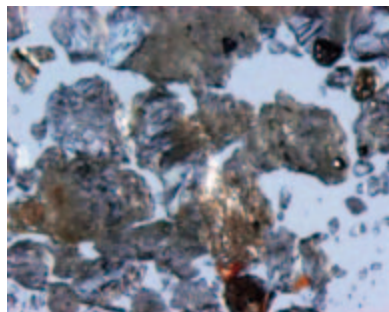
雌阿寒岳  
(2006年、2008年)  
有珠山(2000年～2001年)



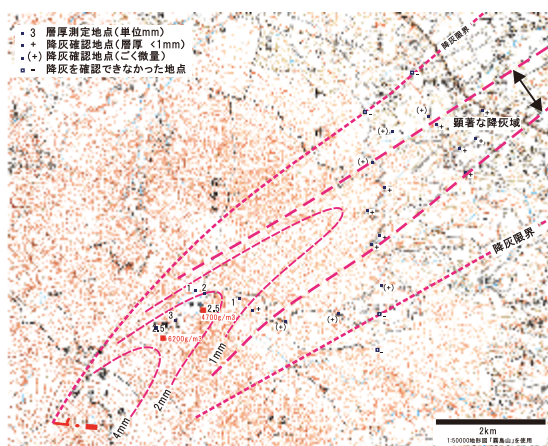
三宅島  
2000年噴火後も大量の火山ガスの放出を続けています。

- ▲ 阿蘇山(2003～2004年)
- ▲ 霧島山(2008年)
- ▲ 桜島(継続中)
- ▲ 薩摩硫黄島(1999～2004年)
- ▲ 諏訪之瀬島(継続中)

2000年以降国内で噴火した主な火山。日本国内では平均すると数年おきに災害を伴うような噴火が発生しています。



浅間山2004年噴火の火山灰粒子の顕微鏡写真(左)と火山弾の薄片顕微鏡写真(右)。噴出物の岩石学的解析から、地下でのマグマ活動に関する直接的な情報が得られます。



霧島山新燃岳2008年噴火の火山灰の分布図です。火山灰の降った地域をくまなく調査し、各地点での火山灰の量を測定します。こうして得られた火山灰分布図から、噴出量や噴出率といった噴火規模を表す情報を得ることができます。



現地調査や室内分析等で得られたデータを検討します。このように様々な分野の火山研究者が協力して、現在進行しつつある噴火の状況把握を行います。得られた結果は、防災担当機関などに提供されるほか、研究成果として国内外に発信されます。

# マグマ熱水系 1. 陸域の鉱物資源

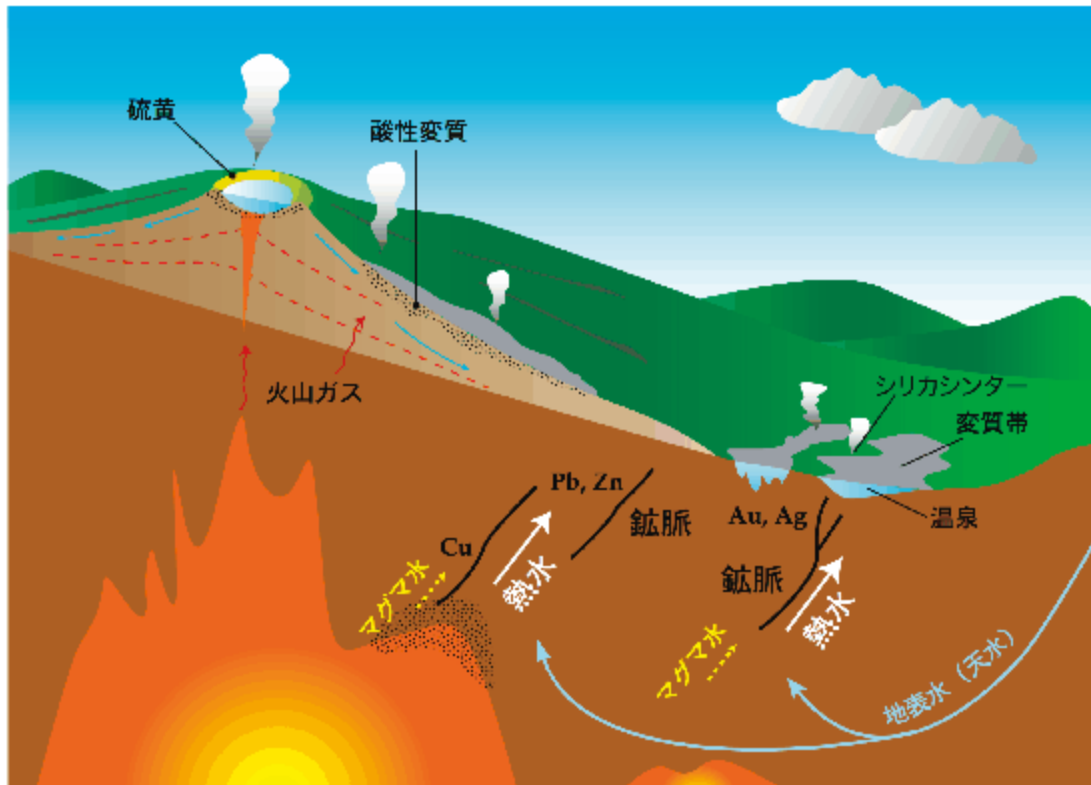


図1 マグマ-熱水系モデル。マグマが放出した高温のマグマ水や、地表から地下へ浸透する天水による熱水が、マグマの熱を駆動力として断層帯のような割れ目を循環します(熱水系)。

## 地下のマグマ活動で生じる熱水系

火山の源はマグマですが、そのマグマは火山噴火を起こすだけではありません。地殻浅部に上昇したマグマにより、高温の水(熱水)が循環するマグマ-熱水系が作られるのです。熱水系では、熱水から金属が沈澱して鉱物資源と

なります。有用な鉱物を採掘する鉱山は陸上にありますが(陸域の鉱物資源)、海底でも熱水系が生成して、金属鉱物が大量に沈澱しています(海域の鉱物資源)。これはいずれ「海底鉱山」として利用されるでしょう。一方、熱水系は金属を濃集するだけでなく、

熱水そのものが地熱エネルギーをもたらし、発電に利用されています(地熱資源)。その熱水が地表に噴出したのが温泉です。マグマの恵みである熱水系と火山は、どちらもマグマによりもたらされる兄弟だと言えます。

図2 菱刈鉱山(鹿児島県)の鉱脈(引立での観察)。現在操作中の菱刈鉱山は世界でも高品位な金鉱山で、これまで150トン以上の金を産出しましたが、まだそれ以上の金が埋蔵されています。鉱脈は板状ですので、坑内の各レベルで鉱脈の走向方向に掘り進んで開発します。引立(採掘最前線の断面)では脈が良く観察できます。菱刈鉱床のような大規模な含金石英脈は、長い年月をかけて生成します。菱刈では鉱脈全体ができあがるまで、およそ60万年かかったことが分かっています。



### 熱水系から鉱物資源が生成する

熱水系を流れる高温の熱水には、様々な化学物質が溶けています。熱水の温度の低下や物理・化学環境の変化により、黄鉄鉱や閃亜鉛鉱などの金属硫化物や石英などが沈澱して鉱脈などを作ります。沈澱した鉱物には金(Au)、銀(Ag)、

銅(Cu)、鉛(Pb)、亜鉛(Zn)などの有用な元素が濃集しますが、採掘できる位の規模になると鉱床と呼ばれ、鉱物資源として利用されます。近年、希少金属の需要が急速に拡大しています。そのレアメタルや希土類元素の多くが、マグマ-熱水系の働きで鉱床となります。

熱水系は地下に隠れたマグマ(潜頭性マグマ)により生じる事が多いので、火山が活動していない時期にも、地下では長い時間をかけて、熱水系で鉱物資源が作られていると言えます。

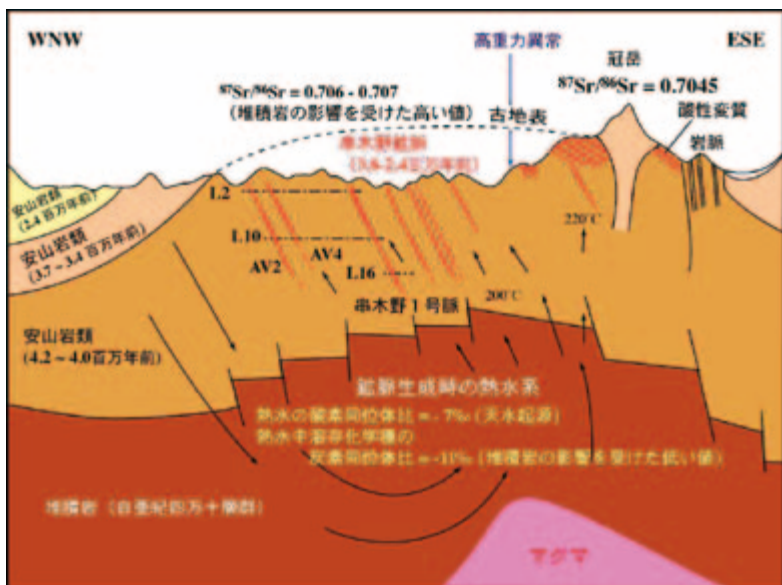


図3 串木野鉱床(鹿児島県)のマグマ-熱水系モデル。金が沈澱した当時の熱水は、現在は残っていません。しかし、鉱物の同位体に熱水の性質が刻まれているので、マグマ-熱水系モデルを作成することができます。鉱物の酸素同位体を研究した結果、熱水の大部分が湖水など地表から来たことがわかりました。また、鉱脈の生成温度も、酸素同位体分析結果から計算されました。一方、地下に四十万帯の堆積岩が存在することが、炭素・ストロンチウム同位体分析により推定され、そのような環境が金鉱床の生成に重要だと結論を得ました。これらの成果は、同類の鉱床をターゲットとして探査する際に役立ちます。

### 産総研での調査・研究

産総研では鉱物資源の調査・研究を行なっています。我が国の過去の資源開発情報は鉱物資源図として出版されていますが、新しい鉱床を見つけるためには、どうしたら良いのでしょうか？熱水系で生成した鉱床の周辺では、高温の熱水により岩石中の鉱物の種類が変化して、珪化岩や変質岩となりま

す。野外でこのような岩石を採取し、研究室に持ち帰って詳しく調べます。顕微鏡観察、X線分析、化学分析、同位体分析などの結果を総合して、探査のためのマグマ-熱水系モデルを作ります。その他、電気探査や重力探査などの物理探査を広く行なうことにより、鉱床の存在を推定できる場合もあります。また、二次イオン質量分

析法のような最先端の分析法を用いて鉱床の生成メカニズムを研究することも、探査のために重要です。このようにして、陸域・海域の潜在鉱物資源量評価を行ないます。インジウムなどのレアメタルや希土類元素の安定な供給源を確保するために、海外での調査・研究も積極的に行なっています。



図4 二次イオン質量分析装置(SIMS)。鉱床の生成メカニズムを研究するため、最先端の分析装置で鉱物中の数ミクロンという細かい組織での金の量を測定して、金が沈澱したメカニズムを考察します。

図5 磁硫鉄鉱中の金のSIMS分析。鉱石は複雑な組織を持っています。鉱石の生成メカニズムを研究するため、3ミクロンの微小領域で、深さわずか3nm(nmはmmの100万分の1)の解像度でSIMS分析し、金ナノ粒子の存在を明らかにしました。

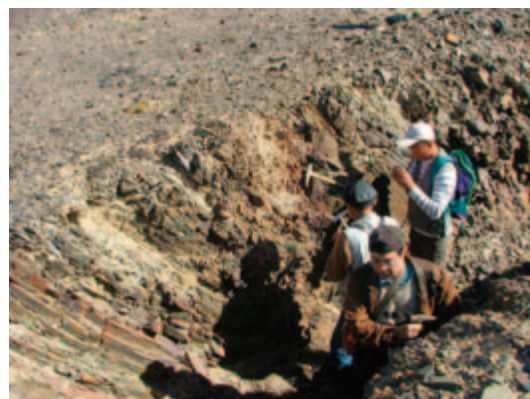
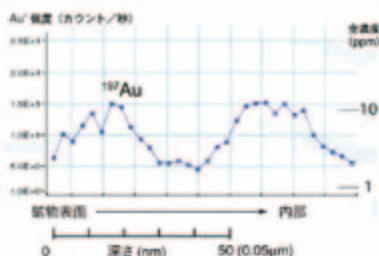


図6 モンゴルのゴビ砂漠におけるカーボナタイト鉱床調査。トレンチを切って、カーボナタイト脈の観察をしています。

# マグマ熱水系 2. 海域の鉱物資源

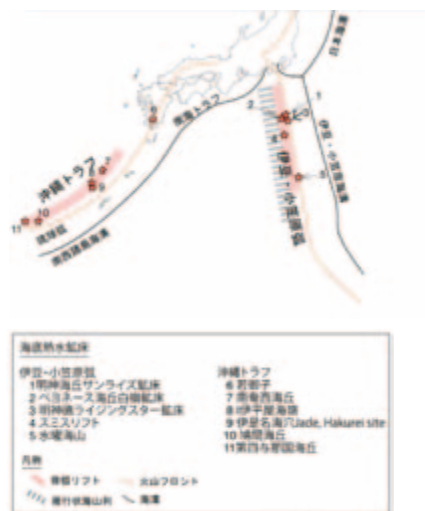


図1 日本周辺の排他的経済水域内における黒鉱型鉱床の地理的分布。鉱床は海底カルデラ内や新たに海底が形成されるリフトなどに分布している。

日本周辺の海底のカルデラ・凹地・火口には、熱水活動に伴う金・銀・亜鉛・銅などに富む鉱床（現代版黒鉱型鉱床）が分布しています。これらは、資源的に有望な存在と見られており、その成り立ちを明らかにすることが経済的な可能性を評価するために必要とされています。

産総研が中心となって調査・研究を行っている伊豆・小笠原弧の海底カルデラでは、400m×400m程の熱水域に黒鉱型鉱床（明神海丘サンライズ鉱床、明神礁ライジングスター鉱床およびベヨネース海丘白嶺鉱床）がかなりまとまって存在しています。沖縄トラフには6つほどの顕著な熱水活動域が点在し、中でも伊是名海穴の海底面における分布はおよそ1800m×600mです。

黒鉱型鉱床は火山活動や構造運動の激しい海底カルデラなどに分布しています。鉱床の形成には、深部に達する割れ目などの存在に

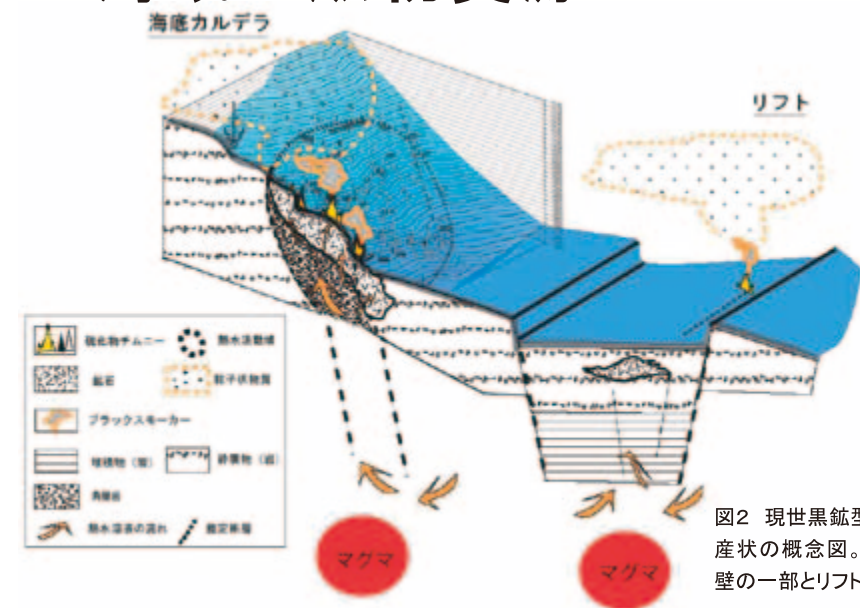


図2 現世黒鉱型鉱床の分布・産状の概念図。図はカルデラ壁の一部とリフトを表している。

加えて熱水系を形成するための熱源（マグマ）が必要で、このマグマの熱によって形成された高温熱水は、海水に触れると急冷され、チムニー（煙突様構造物）などからブラックスモーカーと言われる粒子状物資を噴出しています。

黒鉱型鉱床は地域ごとに特徴があります。例えば、サンライズ鉱床とその西側に位置する白嶺鉱床では、鉱物の種類やその量に違いが見られます。一方、黒鉱型鉱床と中央海嶺などの海底熱水鉱床の化学組成を概観すると、黒鉱型鉱床は金・銀・亜鉛・鉛に富む傾向があります。これは、それぞれの鉱床が作られた場所の地質の違いにその一因があると考えられています。



図3 明神海丘サンライズ鉱床の想像図。成長の著しい黒鉱型鉱床は最大比高30mほどの硫化物マウンドとして点在している。鉱床の表面地形は変化に富んでいる。

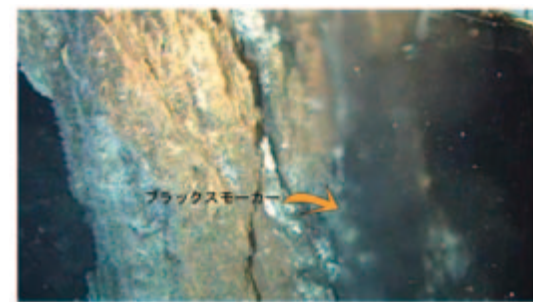


図4 高さ20mを超える硫化物チムニーの中腹から噴出するブラックスモーカー（矢印の右側）。この粒子状物質は熱水活動域を探る貴重な指標として利用できる。

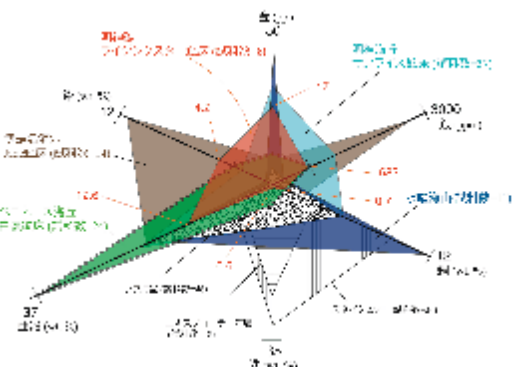


図5 黒鉱型鉱床及び中央海嶺などの海底熱水鉱床（エキスプローラー、スネイクピット、ラウ）の化学組成。

# マグマ熱水系 3. わが国の豊富な地熱資源



図1 八丈島地熱発電所。

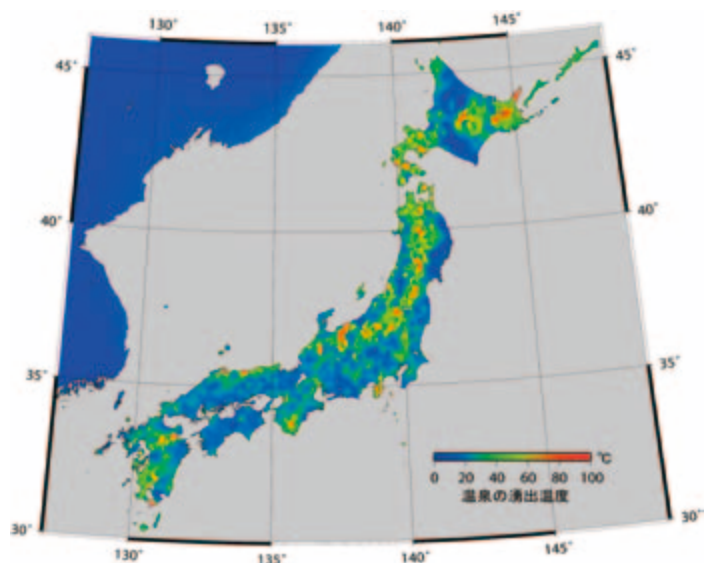


図2 日本温泉湧出温度コンター図。

## 心身を癒してくれる温泉

「今度、のんびり温泉にでも行こうね」、これは日本人の余暇の合言葉といってよいでしょう。この言葉を聞いただけで、少し癒されてしまう、そんな国民がほかにいるでしょうか？アイスランドのレイキャネスにもブルーラグーンという温泉があります。しかし、ブリザードの季節などは、肌を刺すような冷たい外気の中で、とても入る気にはなれません。インドネシア・バンドンのタンクバンブラフ火山の北東にもチアテールという温泉があります。それでも、水浴びの方が快適な暑い気温の中では、なかなか入る気になれません。

ほどよい気候をもち、四季に恵まれた日本の温泉は格別なのです。だからこそ、日本には28,154個も

温泉泉源があり、いまでも、毎年200～300個の割合で開発され続けているのです。

わが国がこんなに多数の温泉を享受できるのは、火山のおかげなのです。そのことは、温泉が、まさに火山の近傍に分布することから明らかです。

## 急増する世界の地熱発電開発と日本

温泉は日本の文化です。他方、IPCC第4次評価報告書が指摘するように、私たちは地球温暖化の緊急性にも目を向け、その対策を急ぐ必要があります。世界の主要な地熱資源国では現在、二酸化炭素排出量が少なく、安定電源であり、純国産エネルギーである地熱発電の開発が急ピッチで伸びています。その伸び率は2回の石油危機を経

験した1970年代を上回るほどです。その中で、世界の三大地熱資源大国でありながら、この10年間、地熱発電開発が全く進んでいないのは日本だけなのです。火山のもたらす膨大な熱エネルギーは、クリーンな地熱発電の開発にも有効に利用したいものです。



図3 日本の熱水系アトラス。



図4 長野県小谷村実験フィールド。

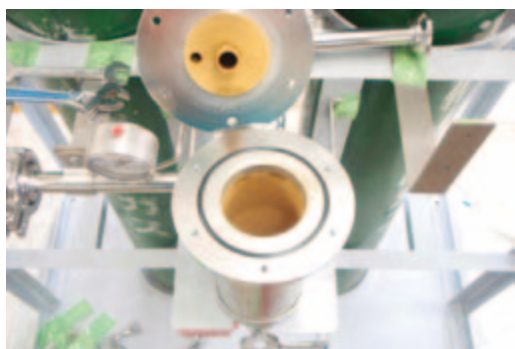


図5 試作サイクロン分離機。鉄水酸化物の分離に成功。



図6 試作透視型CO2圧入装置。pH低下による炭酸カルシウム鉱物抑制効果を確認。

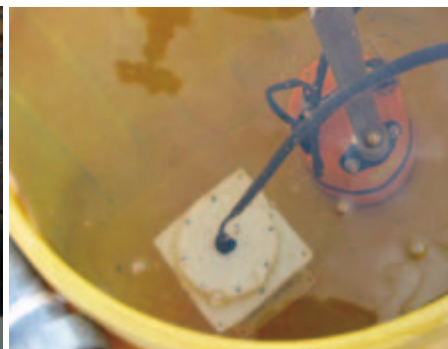


図7 沈殿物回収中の電気分解装置。10日間で46gの炭酸カルシウム鉱物の回収に成功しました。

### 産総研の地熱開発利用研究

産総研では大きく3つの面から地熱資源開発利用のための研究を行っています。急拡大する世界の地熱開発、京都議定書、グリーンニューディール政策などの背景の中で、必ず復活するとみられる今後のわが国の地熱開発に備えて、全国の地熱資源評価の研究を行っています。産総研では構築した地熱データベースをもとに、「日本の熱水系アトラス」・「全国地熱ポテンシャルマップ」(CD-ROM版)を出版しました。

わが国には津々浦々に温泉があり、地熱開発がしばしば反対運動にあり、開発利用の障壁となっています。それならば、その豊富な温泉を発電に利用すればよい、という逆転の発想が温泉発電ビジネスモデルです。カーリーナサイクルという発電技術を使えば、100℃未満の熱水でも発電でき、発電後の熱水は50℃程度のため、温泉とし

ても成分を薄めないままの適温な温度にもなるのです。このビジネスモデルの実現のため、NEDO新エネルギーベンチャー技術革新事業の中で、地熱技術開発(株)と連携して、主に市場規模評価と熱交換器の温泉沈殿物防止技術の研究を進めています。

世界の地熱開発が活況を呈する中で、国際協力はとても重要です。産総研は、JICAプロジェクトに全面的に協力し、IEA地熱実施協定に積極的に参画し、最近ではIPCCが2010出版予定の再生可能エネルギー特別報告書の執筆にも協力しています。

日本の地熱発電開発が力強く復活する日は、そう遠くないでしょう。



図8 スマトラ島トバ湖南東のシボホロン地熱地帯。



図9 ペルー南部ユカミネ火山(写真左遠方)とカリエンテス地熱地帯(手前)。



# ジオパーク



写真1 平成新山を中心とする島原半島ジオパークでは、火山との共生をテーマとした活動を展開しています。

## ジオパークとは？

ジオパークは地球の活動に関わる様々な自然遺産、例えば、地層、岩石、地形、火山、断層などをみどころとする自然の中の公園です。ジオパークでは、地域の様々な地球科学に関わる自然・文化遺産を保全するとともに、遺産を用いた教育・普及活動が重視されます。ジオパークを訪れる人は、ガイドと一緒にあるいはガイドマップを見ながらジオパークの中の自然・文化遺産を見回って、自然と人間に関わる様々なことを学ぶことができます。

ジオパーク活動は、ユネスコの支援により2004年に設立された世界ジオパークネットワーク（GGN）によって、世界各国で推進されています。日本では日本ジオパークとして7つの地域が登録され、そのうちの洞爺湖有珠山、糸魚川、島原半島の3地域が世界ジオパークへの加盟のため審査を受けてい

ます（2009年3月現在）。産総研地質調査総合センターでは、日本ジオパーク委員会の事務局を担当し、ジオパーク活動を推進しています。

## 火山のジオパーク

世界の中でも特に日本列島は、地震や火山に代表されるように、地球が「生きている」ことによる様々な現象を実感できる場所です。

火山は、噴火によってたびたび自然災害を引き起こします。その災害へ適切に対応するため、火山への理解・防災教育が不可欠です。一方、火山は観光資源として多くの人々をひきつけるほか、鉱物資源や地熱エネルギーなどの恵みをもたらします。火山のジオパークでは、自然災害への知識と人間との共存、さらに火山の恵みによる人間の営みを知ることができます。

火山の噴火と恵みを大きなテーマとするジオパークとして、国内

では洞爺湖有珠山ジオパークと島原半島ジオパークがあります。

洞爺湖有珠山ジオパークは、「変動する大地との共生」が大きなテーマです。2000年に噴火した有珠山、1943-45年にできた昭和山、10万年前にできたカルデラ湖の洞爺湖など様々な火山活動の証拠を目の当たりにできます。

島原半島ジオパークは、1990-95年に噴火した平成新山、1792年の「島原大変肥後迷惑」を引き起こした噴火の痕跡、別府島原地溝帯の活断層地形がみどころです。火砕流の恐ろしさとともに、火山の恵みを学ぶことができます。

ジオパークの詳細に関しては、日本ジオパーク委員会のウェブサイトをご覧ください。

<http://www.gs.j.jp/jgc/indexJ.html>



写真2 洞爺湖有珠山ジオパークでは、2000年の噴火をはじめ、火山の営みを身近に体験することができます。

写真3 ジオパークでは、実際にガイドの説明を聞きながらさまざまな地質現象を学習することもできます。洞爺湖有珠山ジオパークで、昭和山の説明を受ける高校生。



# 研究・地質情報を社会に

## 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 基礎研究

### 火山災害軽減

噴火の緊急調査  
火山活動の観測と履歴調査  
マグマの上昇と噴火の研究

### 火山の恵み

鉱物資源・地熱資源の  
調査、利用技術の研究

## 情報発信

火山地質図  
熱水系アトラス  
地熱資源図  
各種データベース  
研究成果公表

## 普及活動

研究成果報告会  
地質標本館  
一般公開  
地質情報展  
ウェブページ

## 国際連携

人材育成  
国際機関との  
共同研究

## 国・地方行政との 連携・協力

気象庁  
火山噴火予知連絡会  
↓  
噴火警報・噴火予報

地熱開発促進調査  
潜在鉱物資源量評価


ハザードマップ

## 社会へ

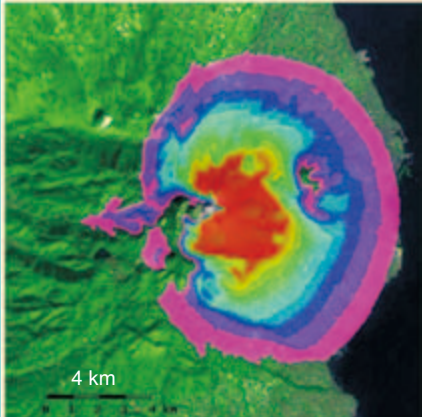
安全・安心  
な社会

資源・エネルギー  
の安定供給

## 情報発信



雲仙火山の例



4 km

産総研では、インターネットを利用した地質情報の普及技術を開発しています (GEOGrid)。例えば、火山防災では、現地で、手元のパソコンをインターネットにつなぐことにより、最新の衛星画像から得られた数値地形図をもとに、火砕流の分布範囲の予想が可能になります (リアルタイムシミュレーション)。雲仙火山の場合の、入力画面 (左) とその計算結果 (右) です。火砕流の規模の違いによる到達範囲の変化と地形の影響がわかります (赤色側は約1万m<sup>3</sup>、紫色側は約100万m<sup>3</sup>の場合)。

<http://geoapp.geogrid.org/gridsphere>

出版物やデータベースについては、次のページをご覧ください。

## 普及活動



地質学本館

休館日：毎週月曜日 (祝日の場合は火曜日)、年末年始  
TEL: 029-861-3750/3751 ; <http://www.gsj.jp/Muse/>



2008年度産総研一般公開での火砕流実験

## 国際連携



インドネシアで開催された2005年 CCOP (東・東南アジア地球科学計画調整委員会) 火山災害軽減のためのワークショップ



2008年 APEC (アジア太平洋経済協力) 人材育成研修 (富士山にて)



2008年12月にベトナムで開催された第8回アジア地熱シンポジウム



写真右：  
イタリアとの火山ガスに関する共同研究  
ストロンボリ火山での火山ガス測定

## 産業技術総合研究所 地質調査総合センターでは 火山研究に関するさまざまな情報をデータベースや出版物として発信しています



### 出版・各種データベース

地質調査総合センターHP: <http://www.gsj.jp/HomePageJP.html>  
 地質調査総合センターの出版物: <http://www.gsj.jp/Pub/publications.html>  
 総合地質情報データベース: <http://www.gsj.jp/Gtop/geodb/geodb.html>  
 火山関係出版物・データベース案内:  
<http://www.gsj.jp/Gtop/geodb/geodb.html>  
 火山地質図; <http://www.gsj.jp/Map/JP/volcanoe.htm>  
 活火山データベース: <http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db099/index.html>  
 日本の第四紀火山データベース:  
[http://riodb02.ibase.aist.go.jp/strata/VOL\\_JP/index.htm](http://riodb02.ibase.aist.go.jp/strata/VOL_JP/index.htm)  
 東・東南アジアの地質ハザードマップ:  
<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/geohazard/indexj.htm>  
 火山衛星画像データベース: <http://www.gsj.jp/database/vsldb/image/>

### 火山地質図

1. 桜島火山地質図 1,260円
2. 有珠火山地質図(第2版) 1,575円
3. 草津白根火山地質図 1,155円
4. 阿蘇火山地質図 1,785円
5. 北海道駒ヶ岳火山地質図 1,785円
6. 浅間火山地質図 1,785円
7. 青ヶ島火山および  
伊豆諸島南方海底火山 2,625円
8. 雲仙火山地質図 1,155円
9. 那須火山地質図 2,205円
10. 伊豆大島火山地質図 1,785円
11. 霧島火山地質図 1,575円
12. 三宅島火山地質図 1,890円
13. 岩手火山地質図 2,730円
14. 口永良部島火山地質図 1,995円

### 鉱物資源図 1:50万

1. 北海道(東部・西部) 7,140円
2. 東北 4,305円
3. 関東甲信越 4,515円
4. 中部近畿 4,515円
5. 中国・四国 4,725円
6. 九州 4,620円
7. 南西諸島 3,465円

### 火山地質データベース(CD版)

- V-1 岩手火山データベース 1,050円  
 V-2 三宅島火山データベース 1,050円

### 単行本

産総研シリーズ「火山-噴火に挑む-」丸善  
 1,500円

## 地質標本館地質相談所では 火山やそのほか地質一般に関するさまざまな質問・相談を受け付けています。

地質標本館 地質相談所  
<http://www.gsj.jp/Muse/soudan/soudan.html>  
 TEL:029-861-3540  
 FAX:029-861-3569



独立行政法人 産業技術総合研究所  
 地質調査総合センター



〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 (中央第7)

TEL:029-861-9122 FAX:029-861-3672

<http://www.gsj.jp/>

発行: 2009年3月31日