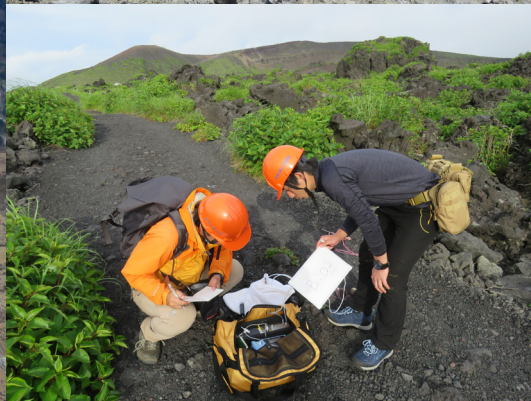


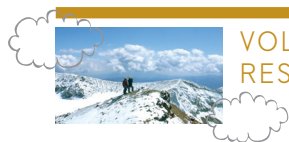
VOLCANIC FLUID RESEARCH CENTER

火山流体研究センター

2020年度



国立大学法人 東京工業大学理学院
School of Science, Tokyo Institute of Technology



火山流体研究センターとは

設立の経緯

東京工業大学で火山の観測研究が始まったのは約 60 年前のことです。昭和 49 年(1974 年)には、国家プロジェクト「火山噴火予知計画」に本学も参画し、全国の火山を対象として火山研究を進めることになりました。この結果、昭和 51 年(1976 年)の水釜火口での噴火を事前に予見することができました。これは、水蒸気爆発を地球化学的に予測した、世界最初の例として有名です。

このような実績と草津白根山の活発化に鑑み、文部省(当時)は、第 3 次火山噴火予知計画(昭和 59-63 年、1984-1988 年)において、草津白根山を含む全国 12 火山を「活動的で特に重点的に観測研究を行なうべき火山」としました。これを受け、昭和 61 年(1986 年)には、厚生省(当時)栗生楽泉園や草津町をはじめとする各機関のご協力のもと、同町郊外に草津白根火山観測所が落成しました。

本観測所は、昭和 63 年(1988 年)に省令施設へと昇

格しました。平成 4 年(1992 年)には、それまでの化学基礎研究分野に加えて、全国で機動的な観測研究を行なう全国地球化学移動班が設置されました。そして平成 12 年(2000 年)、新たに地球電磁気学的観測研究分野を立ち上げ、火山流体研究センターが発足しました。平成 28 年度(2016 年度)には、学内改組に伴い理学院火山流体研究センターとなりました。

理念

本センターの目的は、水蒸気爆発の発生機構に深く関わりがある火山性流体*の構成物質の特性、空間分布、ダイナミクス、熱構造などを総合的に解明することにあります。また、学内において教育・研究指導を行なうほか、海外からの学生や研究者の受け入れも積極的に行っています。さらに、草津白根山防災会議協議会(草津町)や火山噴火予知連絡会(気象庁)へ委員を派遣するなど、研究成果を災害の軽減へ役立てることを目指しています。



草津白根火山観測所(群馬県草津町)



東京工業大学大岡山キャンパス(東京都目黒区)



1982 年 12 月の湯釜噴火(小坂丈予撮影)

* 火山流体とは、地下浅部を流れる地下水・温泉水・火山ガス・マグマなどを指し、火山学における重要な研究対象のひとつです。

研究組織

研究分野

火山流体研究センターは、地球化学と地球電磁気学の観測的研究分野を融合した、国内外に例を見ない研究組織です。全国の関連する機関とも共同して、火山噴火予知研究を推進しています。研究成果は、防災情報としても行政機関に提供しています。

地球化学観測研究分野

噴火の原動力であるマグマ中の揮発性成分の挙動、マグマ物質の収支、火山体内部の熱水系などの基礎研究に加えて、火山ガス放出量の連続測定法などの、新たな化学的観測手法の開発を研究の柱としています。さらに、火山における熱エネルギー計測を合わせることで、草津白根山をはじめとする活動的火山の水・熱輸送を研究しています。

地球電磁気学研究分野

電磁場の計測と解析によって、火山体の構造とその時間変化を明らかにする研究を推進しています。機器開発、解析ソフト開発も行っています。地球化学観測研究分野と協力することによって、浅部火山流体の特性とダイナミクスを総合的に研究しています。

スタッフ一覧（令和2年4月1日現在）

職名	氏名	専門	勤務地
教授（センター長・観測所長）	小川 康雄	地球電磁気学	大岡山 / 草津
教授（副センター長）	岡田 哲男	分析化学	大岡山
教授	野上 健治	地球化学	草津
准教授	神田 径	地球電磁気学	草津
講師	寺田 暁彦	火山熱学	草津
研究員	茂木 透	地球電磁気学	大岡山
研究員	西澤 達治	火山岩岩石学	大岡山
研究員	石須 慶一	地球電磁気学	大岡山
事務支援員	山中 さつき		草津
事務支援員	鈴木 美香		大岡山
技術支援員	和智 晶子		大岡山

このほか、大学院生4名、学部4年生4名が所属しています。

草津白根火山観測所の常勤メンバー （令和2年4月）

■ 小川康雄 教授（草津白根火山観測所長）

理学院地球惑星科学系。

主な研究：電磁誘導を用いた活火山の構造研究、特に新しい電磁探査システムの開発。超臨界熱水の探査研究。広域的な地殻深部の流体・地震発生場の研究。国際共同研究も推進。

■ 野上健治 教授

理学院化学系。

主な研究：桜島昭和火口からの噴出物及び火山ガス組成の変動、草津白根火山噴気地帯の火山ガスの組成変動に関する観測研究。

■ 神田 径 准教授

理学院地球惑星科学系。

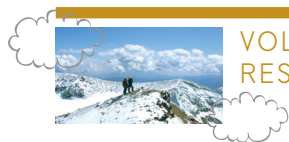
主な研究：電気伝導度構造や地磁気観測による水蒸気爆発の発生場の研究、地磁気連続観測から火山起源の変動を抽出する研究、空中磁気測量による磁化構造の時間変化の研究。

■ 寺田暁彦 講師

理学院化学系。

主な研究：地球化学および地球物理学的手法に基づく火山地下浅部における水・熱エネルギー輸送に関する研究。噴煙や地熱地域、火口湖における新しい観測技術および解析手法の開発。





活動内容

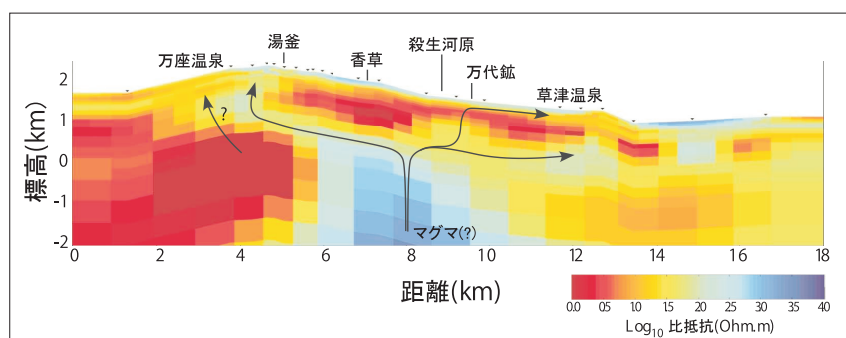
研究成果

令和元年度は学会発表を48件（国内36、海外12件）、査読のある専門誌への論文発表を14件、査読のない論文・報告書等への発表2件を行ないました（筆頭・共著を含む）。

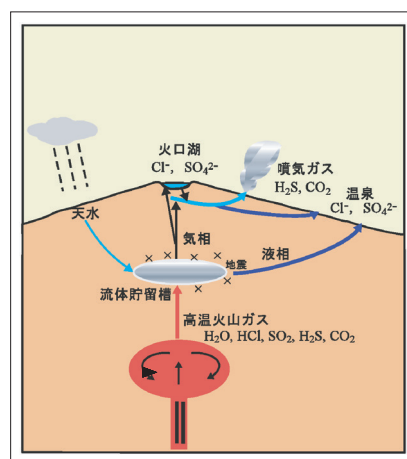
また、外部研究資金として文部科学省科学研究補助金を3件、その他の研究費5件を獲得することで、多様な研究課題に対して、内外の研究者と共同で取組んでいます。

草津白根山の熱水系概念図

比抵抗図



（左図）草津白根山の東西地下断面について、電気抵抗の分布を色で表しています。抵抗の低い部分（赤）は温泉変質が進んで粘土化した、水を通しにくい地層です。抵抗の高い部分（青）は、高温の火山ガスの流動経路に対応しているようです。



（右図）最近の草津白根山の活動には、地下を流れる熱水や火山ガス、いわゆる熱水系が大きく関係しています。まず、マグマから上昇した火山ガスが地下水と混じり、山頂下で凝縮します。気相（ガスの部分）は、さらに上昇して湯釜湖底から噴出しています。一方、液相（熱水の部分）は、温泉として湧出しています。火山ガスは、マグマや地下の情報をいち早く地表へ伝達することから、火山ガス成分や放出量の変化は、噴火予測を行なう上で重要です。

教育

本センター教員は、本学理学院の化学または地球惑星科学を専攻する学生を対象に学部および大学院教育を行っています。大岡山キャンパス内の講義のみならず、草津白根山などにおいても観測実習も行ないます（写真）。平成12年4月のセンター発足以来、29名が修士課程を修了し、7名が博士（理学）の学位を取得しました。令和元年度は地球惑星科学コースの博士課程学生1名が草津白根山地下の電磁気学的構造について学位論文にまとめました。また、化学コースの修士課程学

生1名、地球惑星コースの修士課程学生1名が修士の学位を取得しました。さらに、化学系の学部生4名が卒業研究を行いました。



草津白根山での火山観測実習。

社会貢献

研究成果を提供し、安全安心の社会作りに貢献しています。国に関係する機関として、例えば火山噴火予知連絡会（神田）、同草津白根部会（小川・野上）に委員を派遣しています。地方自治体とも協力しており、草津白根火山防災会議協議会（小川）のほか、岩手県栗駒山火山防災協議会（野上）などに参画することで地域防災の一翼を担っ

ています。

令和元年度は、NPO 法人地学オリンピック日本委員会において講演を行いました（小川）。また、草津町において地域の方々を対象とした火山講演会、野外での火山観測会のほか、小・中学生向けの授業や実習などを行いました（寺田）。

草津白根山の火山観測網

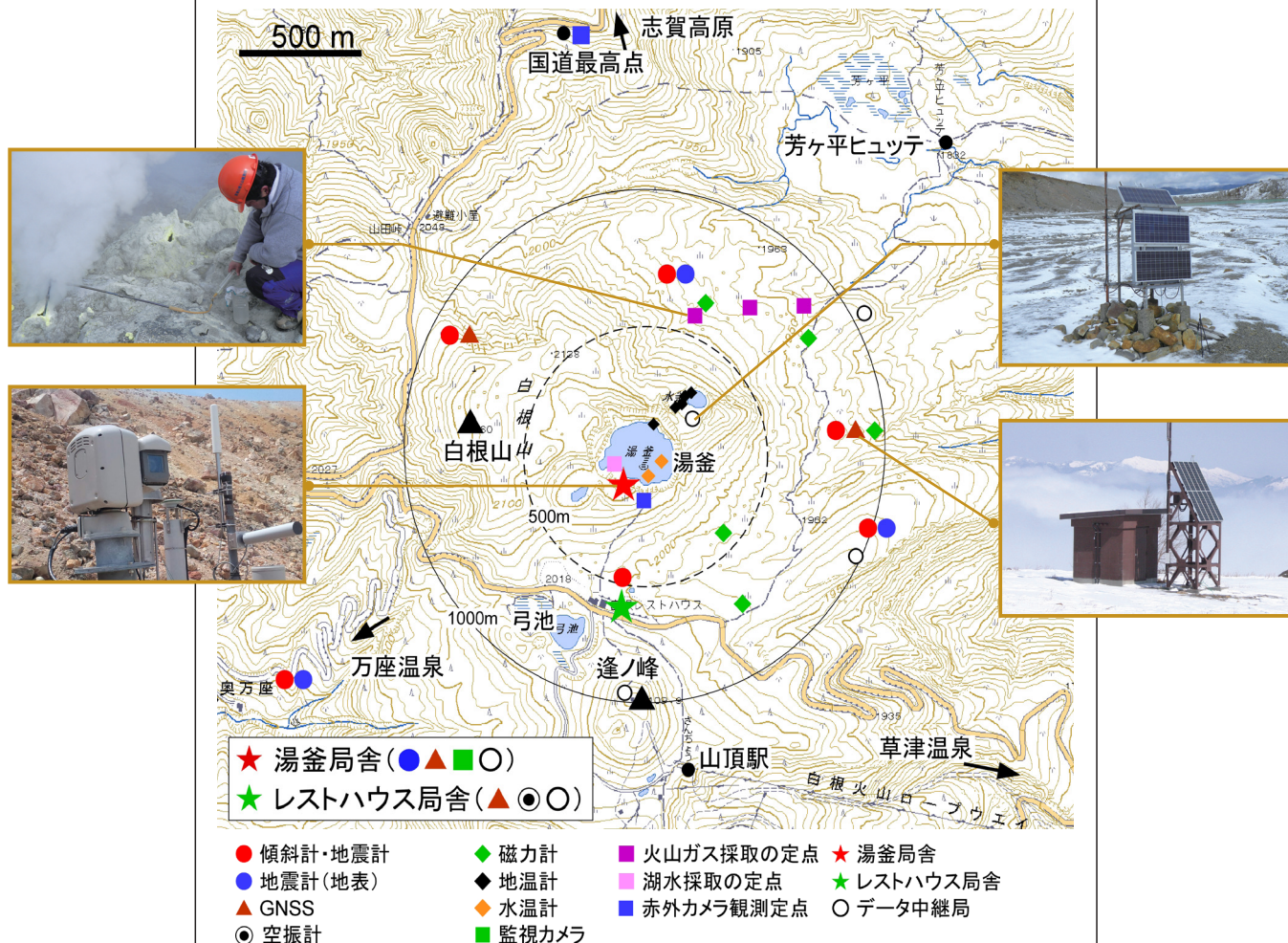
当センターは、活動火口に近接した高密度観測網を展開しています。その中核をなすのが、地表から深さ 50 ～ 200 m まで掘られた縦穴の底に設置してある、傾斜計と地震計です。ここで傾斜計とは、地面の傾きを極めて精密に測る特殊装置です。例えば 1 km 先の高さが僅か 1 mm 上下しただけでも確実に捉えることが可能です。また、地表面では車や動物、風などのノイズがありますが、静かな地中に設置した地震計からは高品質な記録が得られます。このようにして得られたデータは、観測所へ常に自動伝送されています。さらに、湯釜火口内に設置した監視カメラの

映像は、草津町役場や気象庁などの関係機関へ配信されています。この映像は、山頂の白根レストハウス 2 階や、隣接する自然公園財団の草津白根・弓池パークサービスセンター 1 階ホールにおいて、一般の方も自由に見ることができます（冬季、および火山活動が活発化した際は閉鎖されます）。

平成 30 年に本白根山で発生した噴火以降、本白根山周辺や白根山の西側に地震計や GNSS などの観測点を新たに設置するなど、観測体制を強化しています。

観測点マップ

草津白根火山観測所が運用している主要観測点（ここで使用した地形図は、国土地理院電子国土 Web システムから配信されました）





トピックス

Topics

草津白根山の4次元撮像を目指す

2019
(令和元年)

火山活動の推移を予測するために、電磁波を用いた新しい観測技術の開発を進めています。高精度に制御された電気信号を草津白根山の山麓から送信し、それを山頂域で受信する実験を行っています。4次元とは空間と時間のことです。すなわち、草津白根山の内部で噴火に関わる高温高压の熱水が動いてゆく様子を、時間・空間的に観察することを目指しています（小川）。



白根山に設置された受信設備のひとつ。

伊豆大島でのドローンを用いた火山ガス観測

2019.6
(令和元年6月)

本学では火山観測用の無人航空機（ドローン）を平成30年度から運用しています。伊豆大島では、誰も近寄ることができない火口の底へドローンを降下させて、当地としては初めて火山ガス組成を測定することに成功しました。このほか、危険な場所での温度測定や、試料を採取することもできます（寺田）。



離陸する火山ガス観測ドローン。



ガス測定器を吊り下げて火口内へと降下してゆく。

最近の草津白根山

草津白根山では、平成26年春から白根山湯釜周辺で群発地震や地殻変動などの様々な異常が捉えられてきました。平成30年1月には本白根山が噴火して死者1名を含む災害となりました。その後、本白根山では散発的な地震活動が認められるものの、以前のように静穏な状態が続いています。湯釜周辺で噴火は発生していませんが、令和に入ってから地震活動が活発な時期と、静穏な時期とを繰り返す状態が続いています。平成30年以降、湯釜では湖面が変色する現象が何度か観察されていますが、湖水の化学成分濃度や水温に大きな変化はありません。近年、火山深部から湯釜直下へと供給されている火山性流体の流量が不安定になっている可能性があり、今後の活動に注目しています。



火山観測ドローンが撮影した湯釜における黒灰色変色。変色は火山性微動などの地下活動に対応して発生していますが、数日で消失する一時的な現象です。



ドローンを変色域の真上へ飛ばし、変色水そのものを採水することを行っています。写真は、ドローンから採水器具を降下させてゆく様子です。

草津白根山のあらまし

草津白根山は活火山

草津白根山は国内で指定されている110の活火山のひとつです。地下深くのマグマから染み出してきた大量の火山ガスが地下水と混じりあい、標高1,200m付近に温泉が豊富に湧き出るようになりました。

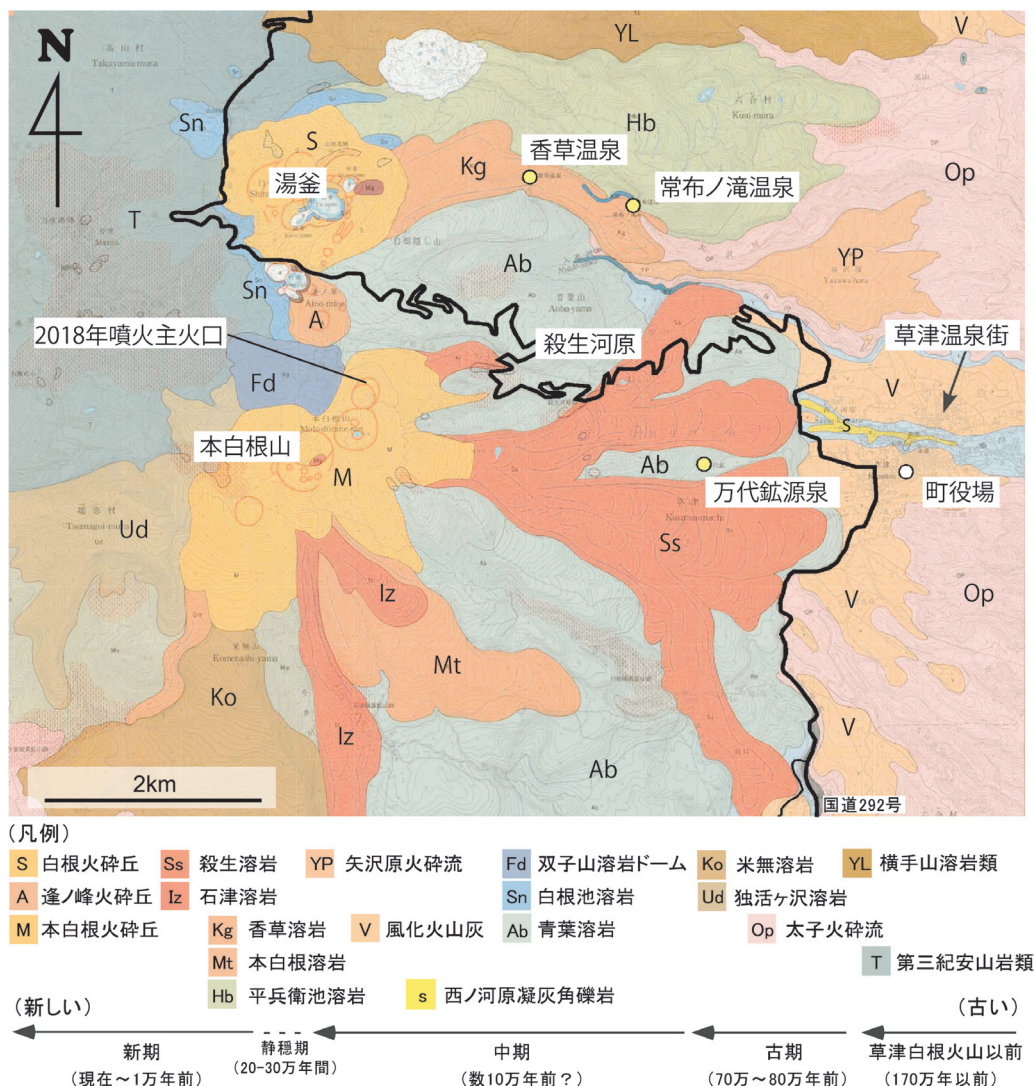
現在は静かな草津白根山も、約70–80万年前には大規模噴火を起こし、高温・高速で地表を這うように流れる噴煙（太子火砕流、下図のOp）が発生しました。火砕流は谷を埋め、場所によっては100mもの厚さで堆積した結果、山の東側にあたる草津温泉街周辺には緩斜面が、南側の嬬恋村にはキャベツ畑の広がる緩やかな台地が形成されました。このように、火山の恵みとも言える温泉や土地を人間が有効活用している好例が、草津白根山と言えます。

草津白根山は、20–30万年もの長い間、噴火活動を休んでいる時期がありました。今から約1万年前に活動を再開した草津白根山は、約7,000年前には香草溶岩（Kg）を、

約5,000年前には殺生溶岩（Ss）を流したことが知られています。しかし、それ以降の時代に草津白根山で何が起こってきたのか、その詳細はよく分かっていませんでした。平成25年度から富士山科学研究所、富山大学および東京工業大学による本格的な調査が進み、湯釜周辺や本白根山で発生してきた噴火の歴史が、徐々に明らかとなってきました。写真は本白根山の南東斜面（標高1,900m付近）での地質調査の様子です。



草津白根山の火山地質図



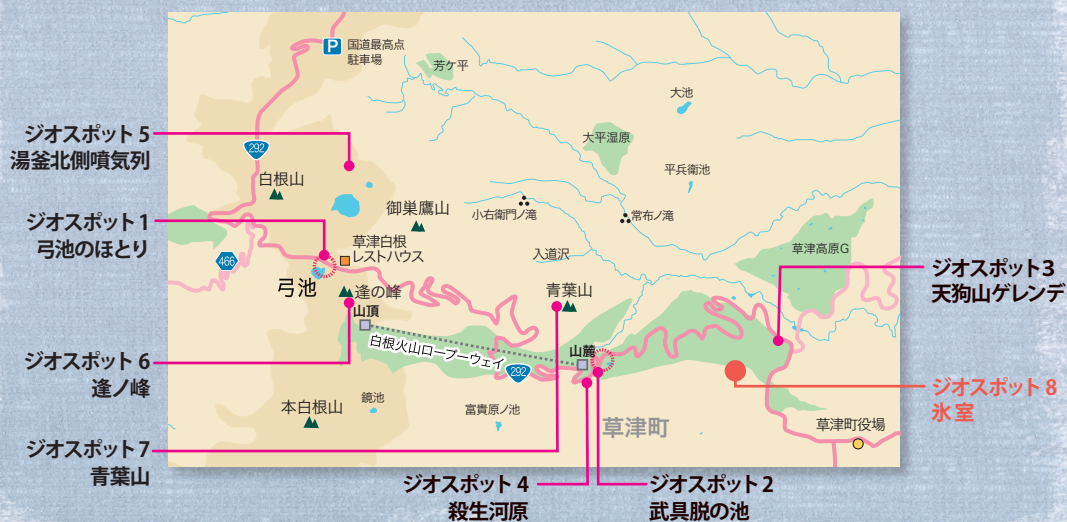
本図は、産業技術総合研究所発行の草津白根火山地質図の一部を改変したものです（承認番号第69635500-A-20111125-001号）

Geospot 8

その8 草津の ジオスポット

氷室

本白根山から約 5000 年前に流出した殺生溶岩流は、現温泉街の手前で停止しました。その後、溶岩流の先端付近が崩れ、崩壊堆積物に累石型風穴と呼ばれる空気の通り道が形成されました。この風穴からは真夏でも 1℃前後の冷風が吹き出してくることから、草津では氷室と呼ばれ、かつては天然の冷蔵庫として利用されたこともありました。冬季は、氷室（冷風穴）から冷たい空気を吸い込むことで穴内部が冷やされます。おそらく、氷室より山側のどこかに、冬季に温かい風を吹き出す穴（温風穴）があるはずです。初夏になると、氷室から切り出された天然氷を神前に供える神事が行われます。



火山流体研究センター

草津白根火山観測所

〒377-1711 群馬県吾妻郡草津町大字草津 641-36

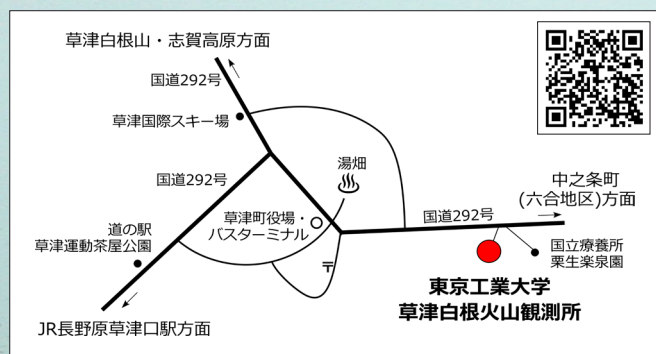
Tel: 0279-88-7715 Fax: 0279-88-7717

交通：草津温泉バスターミナルまで（草津温泉バスターミナルからタクシーで 5 分、または徒歩 30 分）

- 1 上野駅 - [JR 吾妻線 (特急草津)] - 長野原草津口駅 - [路線バス] - 草津温泉バスターミナル
- 2 東京駅 - [長野新幹線] - 軽井沢駅 - [路線バス] - 草津温泉バスターミナル
- 3 バスタ新宿 (新宿駅) - [JR 高速バス] - 草津温泉バスターミナル

URL : <http://www.ksvo.titech.ac.jp/>

Mail : webmaster@ksvo.titech.ac.jp



大岡山キャンパス

〒152-8551 東京都目黒区大岡山 2-12-1

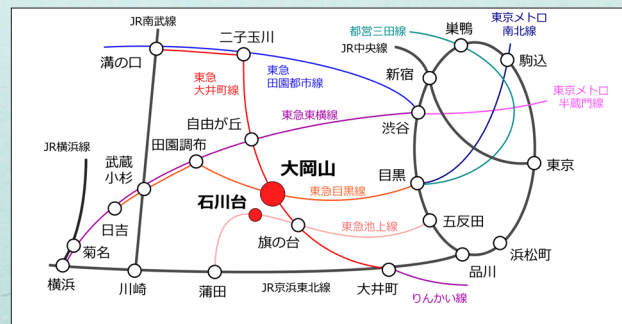
南 5 号館 4 階 405A 号室 (小川居室)

405B 号室 (草津教員・学生共用室)、404A 号室 (秘書室)

Tel: 03-5734-2639 (小川居室) / -2515 (秘書室)

Fax: 03-5734-2492 (秘書室)

交通：大岡山駅 (東急目黒線・大井町線) 下車、南 5 号館まで徒歩 7 分
石川台駅 (東急池上線) 下車、南 5 号館まで徒歩 10 分



表紙写真：(左) 湯釜火口湖と噴出した本白根山 (2019 年 11 月 3 日撮影)
(右上) 湯釜北側噴気列のひとつ。活動に応じて化学成分が変化する。
(右下) 伊豆大島三原山での土壌拡散ガス観測。