

平成20年度

京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）

一般公開と夏休み地獄ハイキング報告書

京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設では、平成20年8月22日（金）午前10時～午後4時まで研究施設の一般公開を行った。また8月23日（土）午後1時～午後4時に別府市朝見川断層沿いを対象とした夏休み地獄ハイキングを行った。一般公開には149名（前年度は317名）にお越しいただき、ハイキングには20名（前年度は46名）の市民に参加していただいた。広報活動には昨年同様、別府市教育委員会、別府市役所記者クラブ、新聞各紙、テレビやラジオ各局の協力をいただいた。施設の公開翌日には読売新聞に公開の様子を紹介していただいた。平成21年度は土曜日開催とし、隔年で平日と土曜日の開催を計画する予定である。

平成20年度研究施設一般公開担当 川本竜彦、山田誠、浜田盛久

一般公開ご来場者数：149名
夏休み地獄ハイキング参加者数：20名
総計：169名

別府で感じる地球の息吹

8月22日 金

けんきゅう し せつ いっ ぱん こう かい
研究施設一般公開

AM 10:00 ~ PM 4:00 建物内部と研究内容を公開します。



アクセス

●●● 亀の井バス「ビーコンプラザ」下車
 徒歩 2分

研究施設内に駐車場あり (20 台分)



夏休み地獄ハイキング

べつ ぷ あさ み が わ だん そ う おんせんゆうすい ちたい ある
 別府朝見川断層と温泉湧水地帯を歩く

案内者

●●● 竹村恵二 京都大学教授

●●● 浜田盛久・山田 誠・西村光史 研究員

8月23日 土

PM 1:30 JR 東別府駅集合 / PM 2:00 出発

参加費 一人 300円



参加希望の方は、往復ハガキまたは電子メールに「ハイキング参加希望」と明記のうえ、人数・連絡先を添えて、下記問い合わせ先に8月11日まで（消印有効）にお申し込み下さい（30人限定、小学5年生以上対象）。

お問い合わせ

〒874-0903 別府市野口原 3088-176 京都大学地球熱学研究施設
 電話：0977-22-0713（担当：川本・浜田・山田）
 電子メール：koukai2008@bep.vgs.kyoto-u.ac.jp

京都大学地球熱学研究施設
<http://www.vgs.kyoto-u.ac.jp>



一般公開時に開催したコーナーと担当者

別府の自然コーナー 竹村、石橋

水や氷の構造を作ろう 川本

新しい鍾乳洞の科学を知ろう 大沢、山田、三島

プラズマを見てみよう 柴田、芳川、西村

マグマと水 浜田

地球の鼓動をとらえて、送る 大倉、馬渡

ようこそ

京都大学地球熱学研究施設へ！

どの順番でまわっていただいてもかまいません。

2階



- 1 別府の自然コーナー
- 2 水や氷の構造を作ろう
- 3 新しい
鍾乳洞の科学を知ろう
- 4 プラズマを見てみよう

(10時より1時間ごとに説明を開始します)

1階



- 5 マグマの水
- 6 1. 地球の鼓動を捉える
2. 地震データを伝送する IP
- 7 男性用トイレ
- 8 女性用トイレ
- 9 休憩場所

地下



注意：

- ・ 休憩場所以外での飲食はご遠慮下さい
- ・ 施設内は禁煙です
(玄関外側に灰皿を設置しています)
- ・ トイレは3ヶ所あります
(男性用は1階と2階、女性用は1階にあります。
1階の男性用トイレは2階からしか行けません)
- ・ 職員は名札と👨‍🔬Tシャツを付けています。
なんでもお訊き下さい

お帰りの際は
アンケートへのご協力をお願いいたします。

🚫 立ち入り禁止

別府の自然コーナー 竹村恵二、石橋秀巳

このコーナーは、火山・温泉などの自然を豊富に有する別府地域の特徴を紹介する毎年恒例のコーナーである。

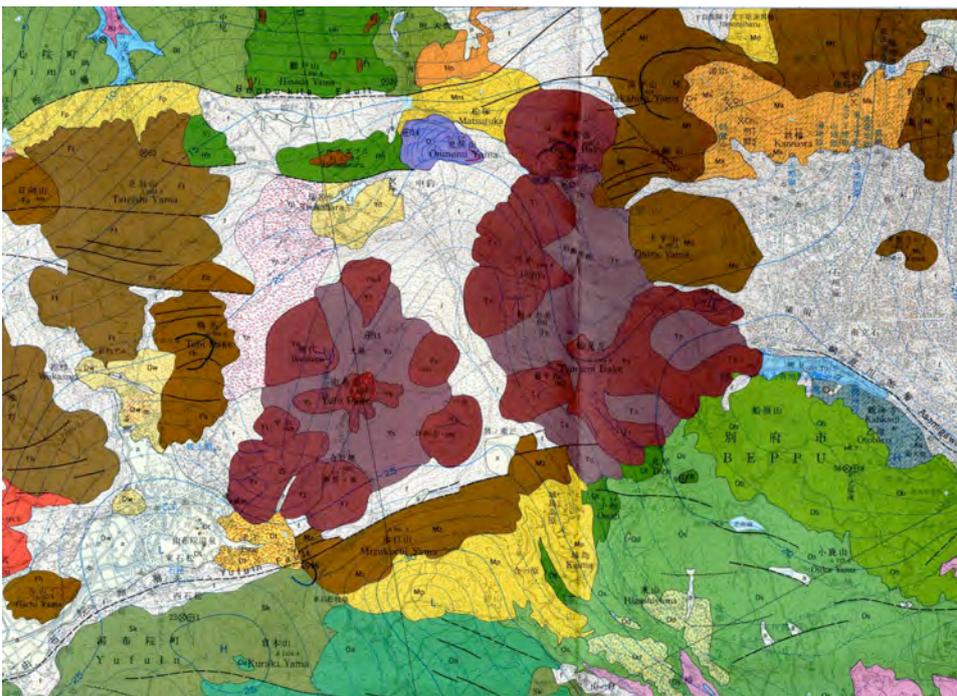
内容は、別府の火山、別府の地震、別府の温泉のパネル展示とともに、地震や火山被害のハザードマップや被害想定、日本全国の将来の震度予測図なども紹介する。また、平成 20 年 3 月に発表された大分県地震被害想定委員会の報告の紹介も実施される。

(実際の地震計や平成 19 年の別府地震での記録等は地下の地震コーナーで紹介される。)

別府周辺の岩石を手にとって、その色・重さ・鉱物の種類などを楽しめるコーナーもあり、展示岩石の採取地点が地形・地質模型上で確認できる。

岩石を薄く削って作成された岩石薄片を偏光顕微鏡で観察できる顕微鏡の世界コーナーも準備されている。

地形を空中から観察できるアナグリフ写真も準備されていて、鶴見岳火山・由布岳火山などの火山地形や、大分・高崎山・別府に連なる地形の様子や断層崖の地形などが楽しめる。

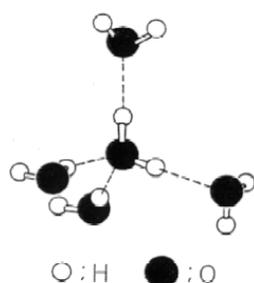


別府・由布院地域の地質図（中央の濃い茶色の部分が由布岳・鶴見岳の活火山である。右側<東側>の白い部分は別府市街を構成する扇状地で、その中に実相寺山がみられる）

水や氷の構造を作ろう

川本竜彦

地球内部の水の研究をしています。水は地震の発生やマグマの発生に大きな影響を与えているからです。地球の内部は温度が高く、圧力が高い世界です。そのような条件で、水がどのように変化するのかを実験で調べています。

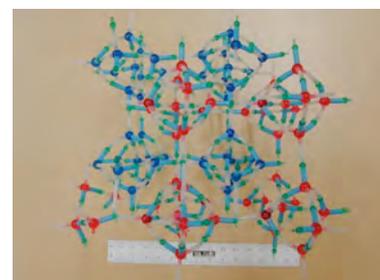
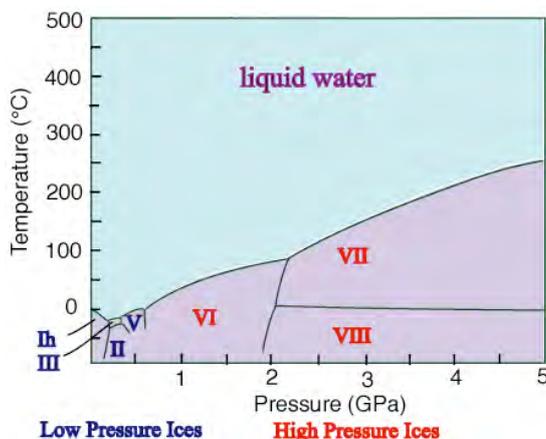


水の分子は酸素1つと水素2つからできています。そして、水分子はとなりの水分子と「水素結合」でつながっています。この「水素結合」が水の性質の大きな特徴です。水がいろいろなものを溶かす性質や、融点（とける温度）がほかの化合物に比べて高いのも、この「水素結合」の影響です。氷は水の結晶ですが、氷も水とおなじく、水分子が「水素結合」で順序良くならんで作られています。

市販の分子模型キット モルタルウを使います。大きな青い玉が酸素、小さい緑の玉が水素、短い青い棒で酸素と水素をつなぎます。さらに、4つの水分子を白い水素結合でつないでみましょう。 <http://www.talous-world.com/>



氷1hは水分子が六つリング状に結合した隙間の多い構造を持つ。あちこちから見ると六角形になっているよ。



氷6は高圧の氷で、1万気圧の圧力が必要。地球の中だと30kmの深さに相当します。



水に圧力をかけると、氷になります。その氷は、水よりも重い氷です。分子の形も通常の氷と異なります。上の真ん中の図は、水が温度や圧力をかえると、どのような状態になるかを示した図です。通常の氷は、1h(上左の写真)

と呼ばれています。高い圧力では氷は、どんどん形を変えていきます(上右の写真は氷6)。このような高圧の世界を研究するためには、ダイヤモンドアンビルセルという道具が活躍します(下左の写真)。下右の写真はダイヤモンドアンビルセルで作った氷6の顕微鏡写真です。大きさ0.3mmで、圧力は1万気圧です。



新しい鍾乳洞の科学を知ろう

大沢 信二, 山田 誠, 三島 壮智

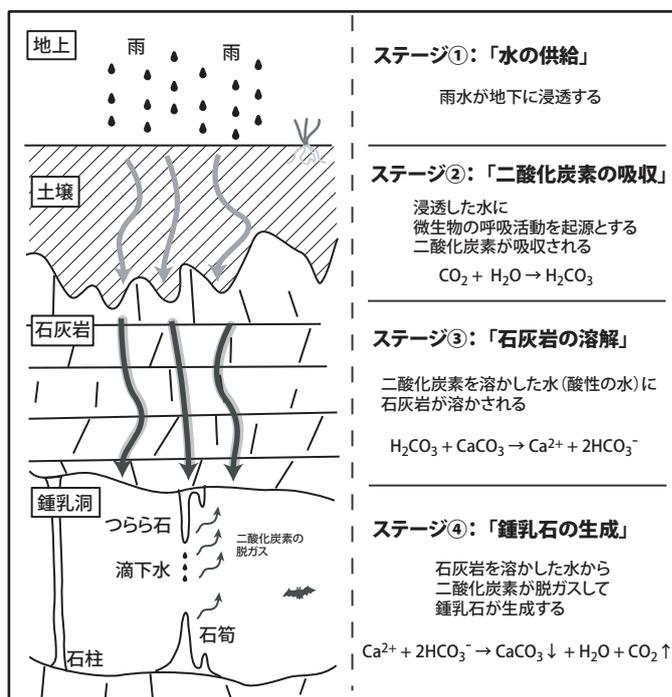
みなさんが図鑑や実際に鍾乳洞で見たことのある鍾乳石には、過去の気候変動（古い時代の気温や降水量の変化）の情報が科学的な暗号として記録されています。

その”暗号解読”が世界各国の研究者によって活発に進められていますが〔古気候変動解明の研究〕、完璧な暗号解読表が手に入っていないため、解読は難航しているのが現状です。

ここで言う暗号解読表とは、鍾乳石の生成に関わる水環境や成長をコントロールしている条件の理解のことをさしており、地球熱学研究施設では、それらの解明を目指した研究が行われています〔鍾乳石の成長に関する水文学的・地球化学的研究〕。

本展示室では、研究施設で実際に行われている研究の紹介と鍾乳洞に関わる化学変化についての簡単な実験を行っています。

鍾乳石ができるまで



メニュー

【研究紹介】

- ▶ 「鍾乳石の成長と洞内気象の関係」に関する研究
- ▶ 「雨水が滴水水として洞天井に現れるまでにかかる時間」の研究
- ▶ 滴水水の微量化学分析法の構築

【実験】

- ▶ 鍾乳洞の形成(石灰岩の溶解)に関わる化学変化の実験

『二酸化炭素が水に溶けると酸性になる』

滴水水とは、鍾乳洞天井から滴り落ちて鍾乳石を生成させている水のことです。

プラズマを見てみよう

柴田知之・芳川雅子・西村光史

今回見学していただく装置は、誘導結合プラズマ質量分析計（ICP-MS：アイシーピー・マス）とといいます。プラズマで物質をイオン化させ質量分析を行います。これで、岩石や水の中にほんの少しだけしか入っていないもの（元素）が、どれだけ入っているか正確に測ることが出来ます。

プラズマってなあに？

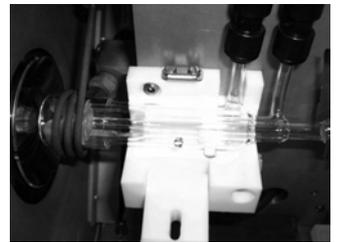
プラズマとは、一般には「気体が電離した状態」をいいます。気体の分子が、イオンと電子に分かれて存在する状態です。身近な例では、蛍光管の光がプラズマの光です。プラズマテレビも、プラズマ光です。また、一度は見てみたいオーロラもそうです。

ICP-MSのプラズマ

気体（アルゴン）の通過する石英ガラス管で作られた流路の周囲に高周波コイルを巻いてそこに大電流を流すことによって、プラズマを発生させます。このプラズマの中心は約1万℃です。この中を物質が通ると、ほぼ100%イオン化します。

どのくらい少ない量が測れるの？

岩石や水などの1グラム中に1兆分の1～100万分の1グラム入っている元素の濃度を測ることが出来ます。1兆分の1とは、東京ドーム満杯の水に溶けた角砂糖一個分にあたります。



どんなことがわかるの？

火山の岩石を測ると岩石のもとのマグマがどうやって出来たのか、温泉の水を測ると温泉成分がどこからやってきたのかなど、地球の色々なもののできかたや、なにをもとに作られたのかといったことがわかります。さらに、地球がどのようにしてできたのか、できてから今までどのように変化（成長）してきたのか、考えることもできます。応用的なことでは、食べものや飲み物を測ると、それがどこの国のどの地方で作られたのかわかることもあります。このようなことを、私達は研究しています。



マグマの水 浜田盛久

場所 電子顕微鏡室（地下）

島弧火山フロントの玄武岩マグマは水に富んでいる
伊豆大島火山の斜長石に含まれる微量の含水量からの推定

日本列島では、太平洋プレート、フィリピン海プレートといった海洋プレートが沈み込んでくることによって、火山活動が生じています（図1）。このような場所は、「島弧」と呼ばれています。海洋プレートはたっぷりと水を含んでいて、沈み込みの過程で脱水します。島弧の火山活動の特徴の一つは、この脱水した水が、マグマ中に多く溶け込んでいることです。



図1 日本列島の下に沈み込む海洋プレート

マグマの水の量について知ることは、マグマの成り立ちを知る上で重要な手がかりを与えます。また、マグマ中の水は、火山噴火の際の原動力としても作用します。それはちょうど、炭酸飲料水の栓を抜くと、飲料水が泡となった炭酸ガスとともにあふれてくることに似ています（図2）。防災の観点からも、マグマの水の量について知ることは重要なのです。



図2 噴火の原動力としてのマグマ中の水

私は、火山フロント（火山弧の海溝側の限界線）上に位置する伊豆大島火山（東京都）を例として、島弧の玄武岩マグマの含水量を調べる研究を続けています。最近では、斜長石という鉱物に含まれる微量の含水量を測る仕事に取り組んでいます。その結果、島弧の火山フロントの玄武岩マグマは、水に富んでいることが分かってきました。この研究のために、走査電子顕微鏡（岩石試料の観察・化学組成の分析ができる）や、フーリエ変換赤外分光光度計（図3 岩石試料の含水量を測ることができる）という機械を使っています。今日は、この研究の一端をご紹介しますとともに、研究に使っている電子顕微鏡をお見せします。



図3 フーリエ変換赤外分光光度計

・地球の鼓動を捉える・・地震計

火山噴火の時には、地下の溶岩が岩をこわしながら上昇して地面にあらわれます。ですから、噴火の前には火山の周りで多くの地震が発生したり、地面が傾いたり変形したりします。地面の傾きや変形などは傾斜計(地面のかたむきをはかる機械)や伸縮計(地面ののびちぢみをはかる機械)で観測していますが、地面のゆれである地震は地震計ではかります。

現在、世界で使われている地震計の基本形が発明されたのは、今から120年前の日本です。明治維新のあと、当時の日本政府は、ヨーロッパの国々に追いつくため、多くはイギリスやドイツから研究者や技術者をやといました。その中に、ミルンやユーイングという人たちがいました。かれらの祖国イギリスではほとんど地震がおこりません。でも私たちの国、日本にやって来て、初めて地震のゆれを経験し、地震に興味をもちました。2人はたがいに競いあい、それぞれミルン式地震計、ユーイング地震計を作ったのです。これらの地震計は、水平に動くふり子を使っていて、現在の地震計とほとんど同じ構造をもち、ふり子の小さな動きをてこを用いて拡大し、てこの先に取り付けたペンで地面の動きを記録する「機械式地震計」です。

バネとおもりによるふり子を用いた地震計では、地震のゆれをうまく記録するよう、ふり子のゆれる速度をゆっくりにするためにはおもりを重くしなければならず、ウィーヘルト式という地震計では、約1トンものおもりが使われています。この地震計はたいへん精度が良かったので、日本にも多く輸入され、当施設でも地震活動の観測に役立てられ、昨年まで設置されていました。

20世紀の初頭に考案されたガリツィン式地震計は、機械式地震計のふり子の部分にコイルを付け、地震計の本体に磁石を取り付けた物です。ふり子の動きによってコイルが動き、発電機と同じ原理でコイルの両端に電気(電圧)が生じます。そのため「電磁式地震計」とよばれています。電磁式地震計は、現在でも体を感じないような小さなゆれの地震を正確に記録するのに使われています。

・地震データを伝送するIP(インターネット プロトコル)

地震観測データは、各観測点から、IPという通信手順を使って伝送されてきます。

・IPとは？

IPの歴史は比較的早く、1960年代後半、アメリカ国防総省高等研究計画局(ARPA)により、さまざまな障害に対応できる通信網を構築するという目標のもと開発されました(これは、有事における核爆発で発生する、大量のプラズマによる電磁波嵐の影響による、電子機器の破損・誤動作が原因の通信障害を軽減するのが目的であるとの憶測もなされました)。

IPの仕様の重要な部分は、それまでの回線交換(通信)を止め、情報をパケット(小荷物)と言う小さな単位に分けて交換(通信)する方式を採用したことです。これは、回線交換(通信)は鉄道のみでの輸送、パケット交換(通信)は鉄道やトラック(車)など、小荷物さえ運べれば何でも使って輸送する、と考えても良いかも知れません。鉄道は線路が高価でどこにでも敷設できないこと、線路や駅の障害による影響が大きいこと、他の輸送手段と線路を共有できないこと等が問題点となります。

回線交換(通信)も同じような問題点を持っています。

対してパケット交換(通信)は、小荷物にあるあて先さえ判っていれば、色々な手段、経路を使うことが出来るため、あて先に到着できる可能性が高くなる、という特性を持っています。

その後、アメリカの大学で開発されたBSD-UNIXと言うOSにIPが実装され、各国の学術情報ネットワークで普及する事になります。そして、アメリカの学術情報ネットワークであるNSF-NETが民間に開放され、また、情報発信・共有の手段であるWWW(ワールドワイドウェブ)がIPの上で開発、利用される事により世界中にIP通信網が広がる事になります。

そして現在では、さまざまな情報通信がIPを使って行われるようになっていて、見えない所で大活躍しています。

展示されているパソコンでは、IPによる通信の様子が分かるようになっていきますので、ご自由に御覧になって下さい。

アンケート結果

時刻毎の来場者数は以下のようで、開始と同時に大勢の来場者がある。

	来研数	累計
10:00～	71	71
11:00～	22	93
12:00～	4	97
13:00～	24	121
14:00～	24	145
15:00～	4	149

どこから来ましたか？	別府市内	63	多くの方は別府市内から来られている
	県内別府市外	25	
	大分県外	4	
年代を教えてください	6歳未満	6	小学生を連れた家族連れが目立った
	6～15	23	
	16～19	0	
	20～39	15	
	40～59	24	
	60～79	24	
	80～	0	
どのようにして一般公開を知りましたか？	ポスター	0	インターネット6、ラジオ3、通りがかり3
	別府市報	27	
	新聞	17	
	テレビ	11	
	人に聞いて	24	
	その他	14	
以前の一般公開に来たことがありますか？	はい	30	リピーター率多し
	いいえ	56	
今回の一般公開の全体的な感想は？	非常に良かった	46	
	良かった	29	
	普通	5	
	よくない	1	
	非常によくない	0	



受付です。東端事務職員と学生さんがお迎えし、パンフレットとうちわを差し上げます。



別府の自然コーナーで岩石を薄くして顕微鏡で観察しながら、説明をする石橋元研究員。



竹村教授が別府の地質や活断層の説明をするコーナーは大人がいっぱいです。



水と氷の分子模型は小学生から元小学生まで幅広く楽しんでいただきました。



「新しい鍾乳洞の科学を知ろう」の部屋入り口です。

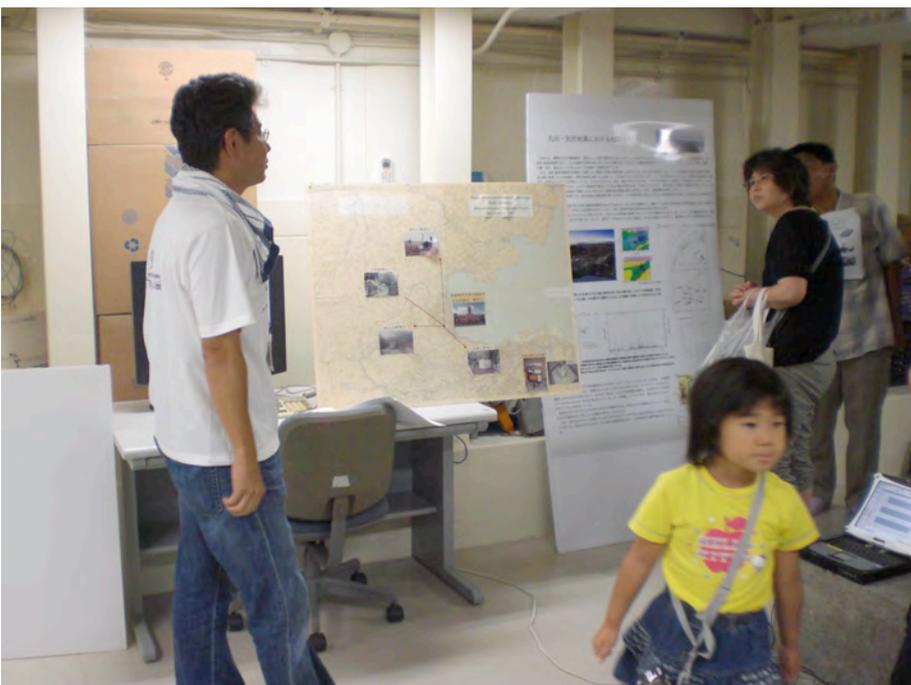
鍾乳洞の科学の部屋では、ミニ実験に人気。熱心な来場者が説明を求めます。

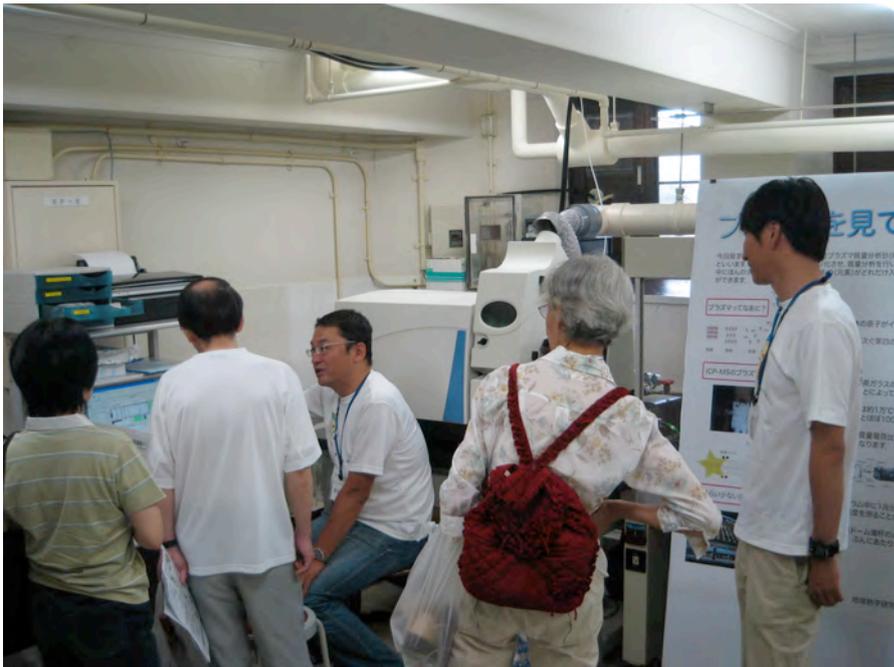


地震計とそのデータを送信する展示には島根大学から来られていた学生さんが興味津々。



地面のゆれの測定方法と、そのデータの集め方を説明しています。





分析に使うプラズマを見る部屋は熱気でムンムンです。



夏休み地獄ハイキングは東別府駅前に集合です。



断層によって出来た地形を遠望しながらハイキングはすすみます。



目的地到着。こちらでも竹村教授、断層運動でのずれを説明しています。

来場者よりの要望と感想

要望

イベントの表示に工夫がほしい。一般人に理解できるイラスト・マンガ形式がほしい。

説明が難しい様な気がしました。特に子供にはもっとくっていてほしいと思いました。

もっと子ども向きの体験コーナーを増やしてほしい。

週末も含めて3日間位公開して下さい。1日かけてじっくり見たいです。

休日だとさらによかった。

子供を連れての見学でした。もっと地元の子にも見学する機会を作ってほしい。

夏休みなのに小中学生が少ない。もっと関心がほしい。

一般の市民向けにメールマガジンを作って楽しい研究内容や活動等教えてください。

この研究所で取り組んでいる内容を知りたかった。

もし地震が起きた場合地盤にどのような変化があるのか興味があります。

建物の外側の雑草はなんとかならないのか。

感想

地震計を見て私を感じなかった小さな揺れを実感することができました。月も揺れていることがわかりました。またこの体験を受けたいです。私は地震計が一番好きです。

顕微鏡やプラズマの装置など普段触れることのない装置を、子どもが見ることができるので毎回楽しみにしています。5才の息子でも十分楽しんでいました。

今までより出し物は少なかったが、じっくり話を伺うことができよかったです。いろいろな(本など)情報もいただいてありがとうございました。

とても分かり易く説明してくださって勉強になりました。

丁寧に質問に答えてもらえた。科学を知らない者にも分かり易い説明でした。

水の分子の模型作りがおもしろい。

初めて見学しましたが、幼稚園年中と、小二の子どもも興味深く見させていただきました。今はよくわからなくても、よい経験をさせていただきました。

建物がとっても素敵ですね。

帰省中に来ました。子どもが小二と年長で「わからないことが多かったけど楽しかった」と。

水や氷の構造を作ろうでブロックみたいなのをもらってうれしかった。

初めて見学しました。来年は是非孫といっしょに来ます。小さい子どもにはきっと夢が持てそうな

所だと思いました。

初めてきました偶然通りかかってよかったです。プラズマは雷かと思った。マグマの水＝温泉かと思ったら石の水分だった。地震計絶えず頑張る。石の輪廻転生おもしろい。

自分の暮らしている地域の火山の事をよく知る事ができて勉強になりました。地球ってすごい！とも改めて感じました。子供が小さいのでまたわかる年になった頃連れてきたいです。

文系の脳みその私にもわかりやすく説明して下さい、鍾乳洞のことがとてもよくわかりました。この催しは本当に良いと思います。建物内を見るのも楽しかったです。

京都大学は日本一の研究の進んでいる大学。別府の一角に立派な建物、温泉を化学的に分析して観光客に話したいと思います。ぜひ静かな研究所でなく、はばたく京都大学に変身して下さい。

もっと市民の中に存在感を見せてください。別府温泉観光士より

地球のこと、別府のこと、宇宙の不思議を知るのに大変役立ちました。

難しかったけど面白かったです。来年もまた来れたらいいなと思います。

とても親切に説明して頂きました。ありがとうございました。来年もまた来ます。

勉強になりました。

天井が高いですね。

皆さんの対応がとても親切でありありがとうございました。各分野で難しいかな？と思いましたが、わかりやすく説明をうけよかったです。

別府に住んで地震を身近にしたとき気になりまして、今回見学に来ました。とてもよかったです。

我々にわかる様説明するのも大変だったと思う。ありがとう。

お茶のサービスがあってよかった。

職員の方の説明が丁寧で分かりやすかったです。混み過ぎずゆっくり見学できよかったです。

また来年も来たいです。

小さい子供に分かりやすく説明してもらえると興味をもっと持つと思います。宜しくお願いします。ありがとうございました。

楽しかった。

「水や氷の構造を知ろう」が楽しかった。夏休みの自由研究に出来る！

とても興味深くおもしろかったです。各コーナーで実際に色々な体験ができ、楽しく見てまわることができました。

水の模型が楽しかった。

自然といえば山を頭にうかべますが別府、九州、日本列島では日々変化を遂げている事を教わりま

した。永遠の姿は中々お目にかかれないことも知りました。

日ごろ考えない事なので解らない事だらけだが面白い。めずらしいという感じが強かった。

面白かったしわかりやすかった。

スタッフの教え方がわかりやすかった。

子供が柴田さんの説明が毎年好きらしくいろいろと興味を持って聞いています。ありがとうございます。

もっと詳しく知りたい。丁寧に話してくれた。

京大研究施設 児童ら見学

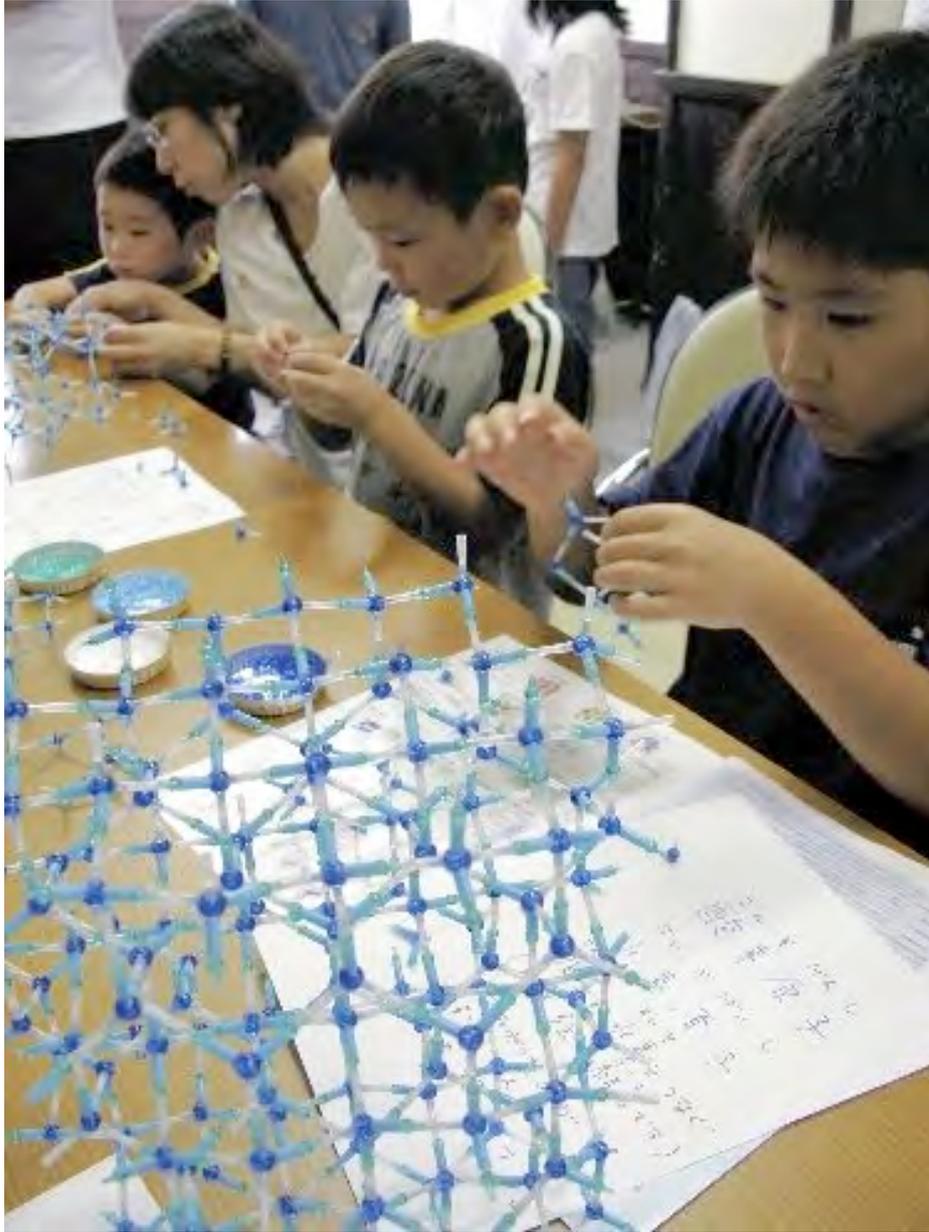
別府で公開 火山や地震など学ぶ

水の分子模型の組み立てに挑戦する子どもたち

別府市の京大地球熱学研究施設が22日、一般公開され、夏休み中の子どもたちが親子で訪れ、地球の成り立ちや火山、地震などについて学んだ。

同施設は1924年に京大地球物理学研究施設（当時）として開設以来、温泉や地震、地質などの研究を続けている。レンガ造りの壮麗な建物は国の登録文化財になっており、この機会に内部を見学したいという市民も訪れた。

地階に設置されている地震計の見学、マグマに含まれる水分の分析機器の公開などのコーナーが設けられ、担当の教授や研究者らが丁寧に解説。なかでも水の分子構造の模型作りのコーナーは人気で、子どもたちが懸命に挑戦していた。



水の分子模型の組み立てに挑戦する子どもたち

(2008年8月23日 読売新聞)