

GSI 地質ニュース

GSI CHISHITSU NEWS

～地球をよく知り、地球と共生する～

2014

1

Vol. 3 No.1

特集：地質情報展 2013 みやぎ



口絵

仙台の地史	地質情報展 2013 みやぎ事務局	1
地質情報展 2013 みやぎ「ジオラマ模型で地下をのぞいてみよう！」	高橋雅紀	2～4

年頭のご挨拶	佃 栄吉	5
--------	------	---

特集：地質情報展 2013 みやぎ

■ 体験コーナー

「地質情報展 2013 みやぎ」の開催報告	澤井祐紀・吉田清香・渡辺真人・川畑 晶・中島和敏 宮崎純一・百目鬼洋平・菅家亜希子・中川明日香	6～11
「地盤の違いによる地震の揺れ実験」	内出崇彦・今西和俊・武田直人・長 郁夫・粟田泰夫	12～13
「ペットボトルで地盤の液状化実験」	川辺禎久・兼子尚知・宮地良典	14～15
自然の不思議「鳴り砂」	兼子尚知	16～17
シースルー火山で噴火実験	大宮さおり・山崎誠子・古川竜太・高田 亮・及川輝樹	18～19
「蔵王見たまま砂絵で地質図」、砂絵と模型による仮想ジオツアー 芝原暁彦・吉田清香・及川輝樹・伴 雅雄・百目鬼洋平・宮内 渉・住田達哉		20～22
自分だけの化石レプリカを作ろう!!	利光誠一・中島 礼・中澤 努・関口 晃・平林恵理	23～24

■ 展示と解説のコーナー

東北の火山及び蔵王火山の展示報告～どのように見学者の興味を引く展示をつくるか～ 及川輝樹・西来邦章		25～26
津波堆積物に関する展示報告	澤井祐紀・谷川晃一朗・松本 弾・田村 亨・池原 研	27
「ボーリング孔内のカメラによる観察」出展報告	国松 直・(株) ボア	28～29
地質情報展 2013 みやぎ「再生可能エネルギー」ブース報告 水垣桂子・吉岡真弓・佐脇貴幸・柳澤教雄		30

誕生石の鉱物科学 — 1月 ガーネット —	奥山康子	31～32
-----------------------	------	-------

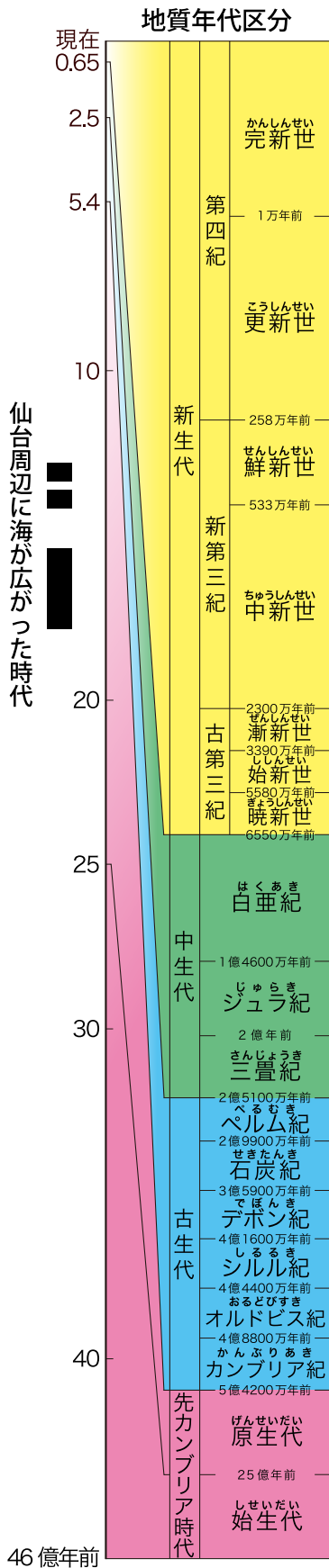
表紙説明

地質情報展 2013 みやぎの様子。(写真・中島和敏¹⁾ 1) 地質調査情報センター)

Cover Page

Overview of main site at Geoscience Exhibition in Miyagi 2013. (Photograph by Kazutoshi Nakajima)

仙台の地史



仙台周辺に海が広がった時代

日本列島の時代

平野部に分布

丘陵や山地に分布

主に北上山地と阿武隈山地に分布



竜の口渓谷入り口付近に分布する竜の口層と向山層 (藤原ほか, 2013より引用)。



名取川下流に分布する亀岡層。あたんそう 亜炭層を挟む。



青葉山丘陵北方に分布する綱木層に挟まる貝化石層。



名取川中流に分布する高館層 (安山岩質-玄武岩質溶岩など) と茂庭層 (藤原ほか, 2013より引用)。

地質情報展 2013 みやぎ「ジオラマ模型で地下をのぞいてみよう！」

<高橋雅紀¹⁾>

1. はじめに

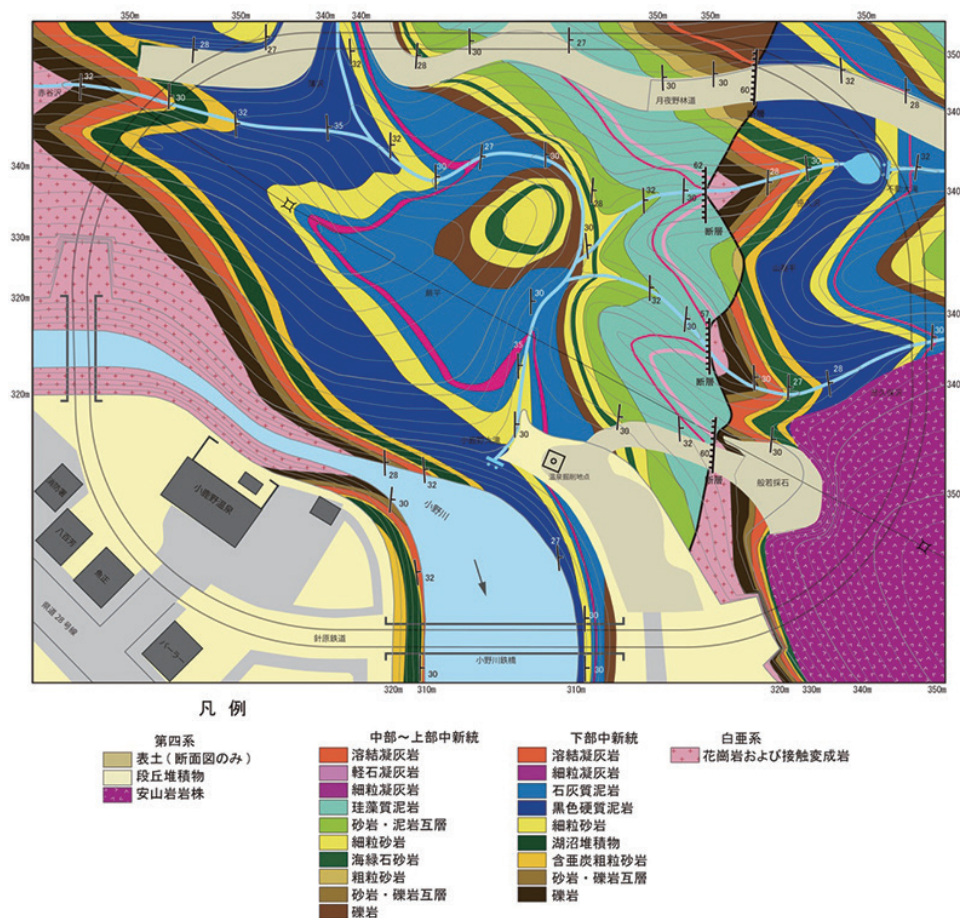
みなさんは地質図を見たことがありますか。第1図に示したカラフルな地図を地質図といいます。地表は土や植生に覆われていますが、表土の下には何万年、さらには何千万年も前の古い地層や岩石が隠れています。表土に覆い隠されている地下の地層や岩石の分布を、岩石の種類に応じて色分けした図が地質図なのです。

実際の地質図は非常に難しいので、仮想の地域の地質をジオラマ模型にしてみました(高橋, 2012)。この地質ジオラマ模型では、地質学の基本である“不整合”と“正断層”,そして“火山”を再現しました(第2図)。ジオラマ模型なので、自分が鳥になったように空から全体を眺めることも、モグラになった気分地下の世界をのぞくことも可能です。なにより、安全に地質調査の様子を疑似体験することができます。

地質ジオラマ模型は三次元のアナログ模型なので、誰

でも簡単に地質構造を理解することができます。模型では実物と同じように、地表の大部分は段丘堆積物や植生に覆われていますが、模型の側面すべてに断面図を描いているので、地層が東(写真では右側)に30°で傾斜していることが容易に理解できます。そして、地層は西傾斜の正断層によって大きくずれていること、さらに模型の南東部にマグマが貫入し、一部は噴出して火山が形成されていることもわかります。ところが、地表では、地層は河岸や沢、あるいは採石場や林道に沿って露出するだけで、全体の構造を理解することはなかなかできません。表土を取り除いた地質図(第1図)を見ても、墨流しのような模様にししか見えません。つまり、地質図にすると、この模型のような簡単な地質ですら、専門家を除いて読み解くことはとても難しいのです。

なぜ地質図は、このように複雑な模様になっているのでしょうか。地質図に表された地層の境界線は、地層面と地



第1図 カラフルな地質図。

1) 産総研 地質情報研究部門

TAKAHASHI Masaki (2014) Let's look in the underground geological world with an analog model, in "Geoscience Exhibition in Miyagi 2013".



第2図 地質ジオラマ模型は、Nゲージとよばれる鉄道模型に合わせて、150分の1のスケールで製作しました。模型の中には1cmほどの小さな地質研究者が実際に地質を調べています。第1図は、この模型の地質図です。

形面の境界線です。この模型のように、地層は平面でも地形は湾曲しているので、両者の交線も複雑に湾曲してしまうのです。地質図にするとこのように複雑な模様になってしまうのは、実は地形の影響なのです。

それでは、なぜ地質図は、わざわざこのように複雑な模様で表現しているのでしょうか。水平面に地質図を表せば、平面（地層面）と平面（水平面）の境界線は直線なので、この模型の地質図は南北方向の縞模様になるはずですが、実際に、模型の中を走っている鉄道のトンネル内部は、そのような縞模様で描かれています。ところが、そのような地質図は、地質研究者にとってとても困るのです。

例えば、地層が東に傾いていても西に傾いていても、地質図は南北方向の縞模様になってしまいます。また、地層が急傾斜でも緩く傾いていても、同じように南北方向の縞模様になってしまいます。つまり、水平面に投影した地質図では、地層の傾斜が急なのか緩いのか、そもそもどちら側に傾いているのかすらわからないのです。地質研究者が理解できるように描かれた地質図は、結果として、地質を専門としない方にとっては理解不能な模様になってしまうのです。そして、アナログ模型がないと、そのことを理解してもらうことすらとても難しいのです。

2. 地質ジオラマ模型を使って

2013年9月14～16日に仙台市科学館で開催された「地質情報展 2013 みやぎ」において、実際に地質ジオラマ模型を使って地質の普及活動を行ってみました。細かいところまで精巧に作っており、また手回し発電機を回すと模型の電車が走るのので、興味を持った会場の子供たちはすぐ集まってきました（第3図）。男の子は電車に目が点、一方、女の子は町並みや建物などの情景に夢中です。人数が多い場合は、電車を一周ずつ走らせた後次の人に交代させ、順番待ちの子供たちには「地質学者を探そう」と題したクイズを配ってみました（第4図）。子供たちの生き生きした笑顔、保護者の方が模型の反対側からカメラで撮影していました。

さて、地質ジオラマ模型は一般の方に地質図や地質調査について理解してもらうことを目的に製作しましたが、実際に模型を展示してみると、なかなか地質の方にまで注意が向かいません。男の子は電車の運転に夢中ですし、女の子はドールハウスを楽しむように、人形や情景に見入っています。保護者の方の関心が模型に夢中な子供たちにあるのは当然でしょう。何組かの親子連れの方から、「崖に沿っ



第3図 子供だけでなく大人も地質ジオラマ模型に見入っていました。飽きないように、様々な“情景（ストーリー）”をあらかじめ作り込んでおきました。

て描かれているカラフルな縞模様は何ですか?」との質問を受けましたが、質問されるまではあえてこちらから説明しないようにしました。大切なのは、気がつくことです。クイズで地質学者を見つけるだけでなく、クイズになっていない様々な人形たちや一匹だけしのぼせた犬、道路工事や温泉掘削のやぐら、そして様々な情景を観察して気がつくことが大切です。そして空想することが大切です。それは推理小説の行間を推察するような営みであり、観察から思考実験への手始めだからです。それが地質学の基本であり、自然科学の始まりだからです。

3. デジタルからアナログへ

デジタル真っ盛りの今日では、なおさらアナログの世界が人目を惹くこととなります。コンピュータ・グラフィックス(CG)を用いれば何でも映像化することができますが、そのような映像はテレビや映画などあらゆる場所で目にしているので、最近では新鮮さに欠けるのでしょう。何でもできることが、なおさら人々に驚きを与えない結果を招いているのかもしれません。ところがアナログでは、できることとできないことがはっきりしています。アナログな地球をアナログ模型で再現しているので、イベントに参加した人にとってはリアリティが感じられるのでしょう。また、三次元のCGは結果として二次元のモニター画面に表示するので、二次元の情報を頭の中で三次元に再現する作業が



第4図 クイズ“地質学者を探そう”編。ほかにも、普通の人々の情景を探すクイズも用意しました。

必要になります。建物の見取り図から三次元の様子を推定したり、等高線を見て地形をイメージしたりするのと同様に、頭の中でのこの手続きは結構高度な作業のようです。これに対し、アナログ模型は縮尺こそ違いますが、日常の三次元世界を三次元で表現しているのです、すんなりと理解してもらえるのでしょうか。もちろん、多少の誇張や概念の可視化も行っていますが、難解な地質学の普及活動においては、一般の方が感じる研究の敷居の高さを一気に下げる効果はとて大きいようです。

今回の地質情報展では、地質ジオラマ模型を展示しましたが、そのほかに関東平野や大阪平野の基盤深度模型や断層運動模型なども製作してあります。ひとつのアナログ模型を製作するのに多くの手間がかかりますし、もうひとつ作るためには同じ時間と材料が必要になるので、効率という点でアナログ模型はデジタル映像にかないません。しかし、重要なのは一般市民の方に興味を持ってもらうこと、そして少しでも研究業務を理解して頂くことです。研究にしろ普及活動にしろ、“効率”という基準ではなく“効果”という視点に立脚することが大切なのでしょう。

文 献

高橋雅紀 (2012) 地質ジオラマ (The-GEORAMA; geological diorama) の製作. 地球惑星科学連合 2012 年学術大会予稿集, G02-14.

年頭のご挨拶

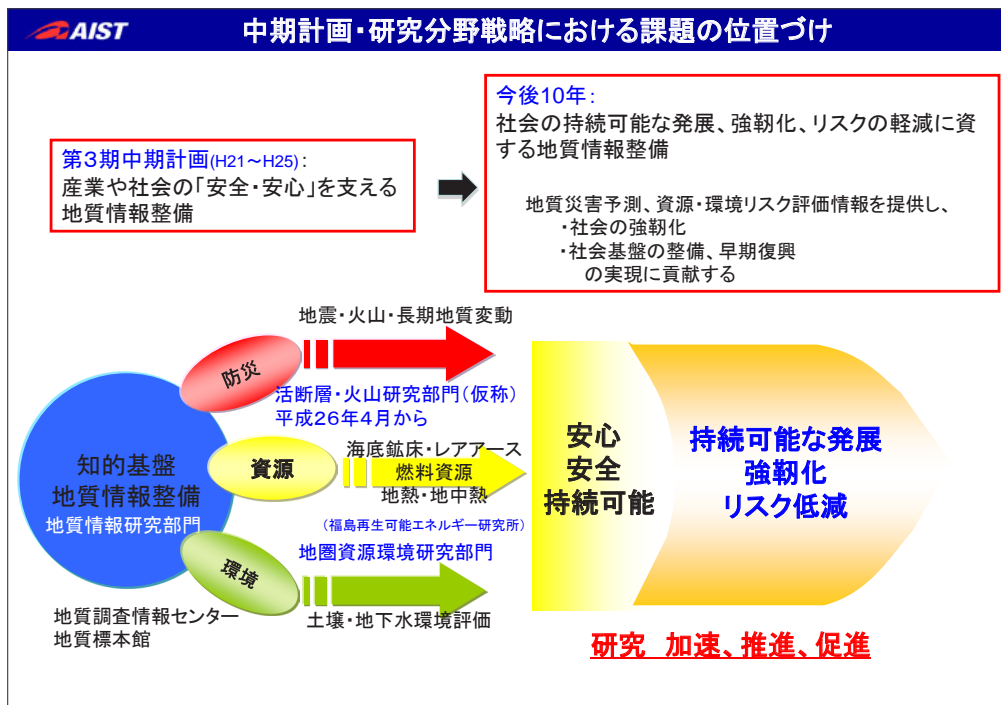
佃 栄吉（産総研 地質調査総合センター代表）

2014年の年頭にあたり、ご挨拶申し上げます。

産業技術総合研究所は経済産業省所管の独立行政法人として、中期計画・中期目標のもとで研究活動を実施しています。平成26年度は第3期5年計画の最終年度になります。この間、産総研地質分野では国の知的基盤整備計画に基づき、陸域、海域、沿岸地域等の地質情報の整備について国内外との連携を活発に行ってきました。その連携を明示的に行うため「地質調査総合センター（Geological Survey of Japan）」のもとで一元的な体制で対応しています。また、基盤地質情報をプラットフォームとして、レアメタルやメタンハイドレートの資源評価、地震・津波・火山災害評価、土壌汚染や地下水汚染対策への貢献等、社会的貢献を目指して研究活動を続けています。現在、地震・火山災害軽減に貢献する特徴的な新研究部門を本年4月には設立すべく準備を進めています。活断層・津波堆積物・

火山地質・地質構造調査等を基礎として、低頻度大規模災害としての地震・火山災害軽減に貢献できる研究や長期地質変動予測の研究を進めることとしています。これらの特徴的な3つの研究部門の体制で、研究活動を活性化していきたいと思ひます。また、福島県郡山市に拠点を置く、福島再生可能エネルギー研究所も本年4月からその研究活動が本格的に開始されます。そこで重点的に行われる地熱・地中熱の研究にも力を結集していきたいと思ひます。

地質調査総合センターでは地質調査情報センターや地質標本館により、社会に広く活用される地質情報の公開を目指しています。専門家のみならず一般の方々を対象としたシンポジウムやワークショップの開催等を通して、成果の普及に努めてまいりたいと思ひます。本年も皆様のご支援を引続きよろしくお願ひします。



産総研地質調査総合センターの研究活動概要。

「地質情報展 2013 みやぎ」の開催報告

澤井祐紀¹⁾・吉田清香¹⁾・渡辺真人¹⁾・川畑 晶²⁾・中島和敏²⁾
宮崎純一²⁾・百目鬼洋平²⁾・菅家亜希子¹⁾・中川明日香¹⁾

1. はじめに

産総研・地質調査総合センターが主体となって行っている普及イベント「地質情報展」は、「一般の方々に地質学に親しめる機会を提供し、地質学を身近に感じていただくこと」を目的として1997年に開始されました(斎藤, 2001)。第1回目は福岡市で開催され、今回の仙台市で17回目となりました。地質情報展では、研究者との対話を重視し、最新の研究成果を一般市民に直接届けることを心がけてきました。また、子供向けには体験コーナーを設け、地質とふれあう楽しさを知ってもらうことを目指してきました。今回は、一般社団法人日本地質学会と産総研地質調査総合センターが主催し、会場となるスリーエム仙台市科学館が共催となって「地質情報展 2013 みやぎ—大地を知って明日を生かす—」を開催いたしました。

2. 企画・運営体制

体験コーナーや出展パネルの立案については、これまでの地質情報展を踏襲しました。つまり、産総研地質分野の各研究ユニットおよび分野企画室から地質情報展の企画委員を選出してもらい、その企画委員を交えた会議で出展パネルの種類を決めました。このとき、事務局側(地質標本館企画運営グループ)の要望を提案し、その上で各ユニットが推す内容や、地質情報展に出展したい研究者個人を募集しました。出展パネルの種類が決まった後は、地質調査情報センターと地質標本館で準備・運営を行ってきました*注。

3. 広報活動

今回の地質情報展を開催するにあたり、様々な方法で広報活動を行いました。まず一つは、チラシやポスターの配布です。チラシとポスターは、仙台市およびその周辺(石巻市、東松島市、塩竈市、多賀城市、名取市、岩沼市、亘理町、山元町)の全小中学校に配布しました。特に、会場

周辺の小中学校には、全校生徒にチラシが行き渡るように計数して配りました。学校への配布に加えて、仙台市内の児童館、農業協同組合、地域住民の集会場などにポスターとチラシを配布しました。こうした活動を通して配布したチラシの枚数は、合計2万枚以上に達しました。

もう一つの広報活動は、市民情報誌(リビング仙台)および市政だよりを使用した告知です。市民情報誌は地質学会と連携し、市民講演会と併せてイベント内容を掲載してもらいました。このほか、産総研のホームページへの掲載も例年通り行いました。会場となったスリーエム仙台市科学館のホームページにもイベント情報として地質情報展の記事が掲載されました。さらに、地質情報展の前日にはNHK仙台放送局の情報コーナーで告知されたほか、開催初日に同局の取材が行われ、その日の夜に情報展の様子が放映されました。

4. 展示内容と会場の様子

今回の出展内容を第1表と第1図に示しました。また、現地の様子を写真1~12に示しました。体験コーナーでは、「化石レプリカ」のコーナーに開場前から列ができるほどの人気で、用意した整理券は午前中でなくなるほどでした。「化石レプリカ」と同様に「砂絵で地質図」や「鳴り砂」も人気が高く、多くの人で賑わいました。

展示と解説のコーナーでは、テーマを大きく「地史・地質」「地震・津波」「復興支援」「再生可能エネルギー」「地質とふれあう」の5つに分けて28枚のパネルを出展しました。会場の受付正面にはシームレス地質図を床張りで展示し、60インチモニタを併設して地質図Naviのデモを行いました。「地史・地質」の展示では、地域の地質について熱心に質問する方が多く見られました。また「地震・津波」では、「地盤の揺れ実験」を中心に人が集まり、2011年東北地方太平洋沖地震や津波堆積物に関する質問を多く受けました。立体地図を使って仙台市街地の活断層を探すパネルでは、赤青メガネを使い、多くの方々が地形判読に

1) 産総研 地質標本館
2) 産総研 地質調査情報センター

キーワード：地質情報展、2013年、成果普及イベント、宮城、日本地質学会、スリーエム仙台市科学館、地質調査総合センター

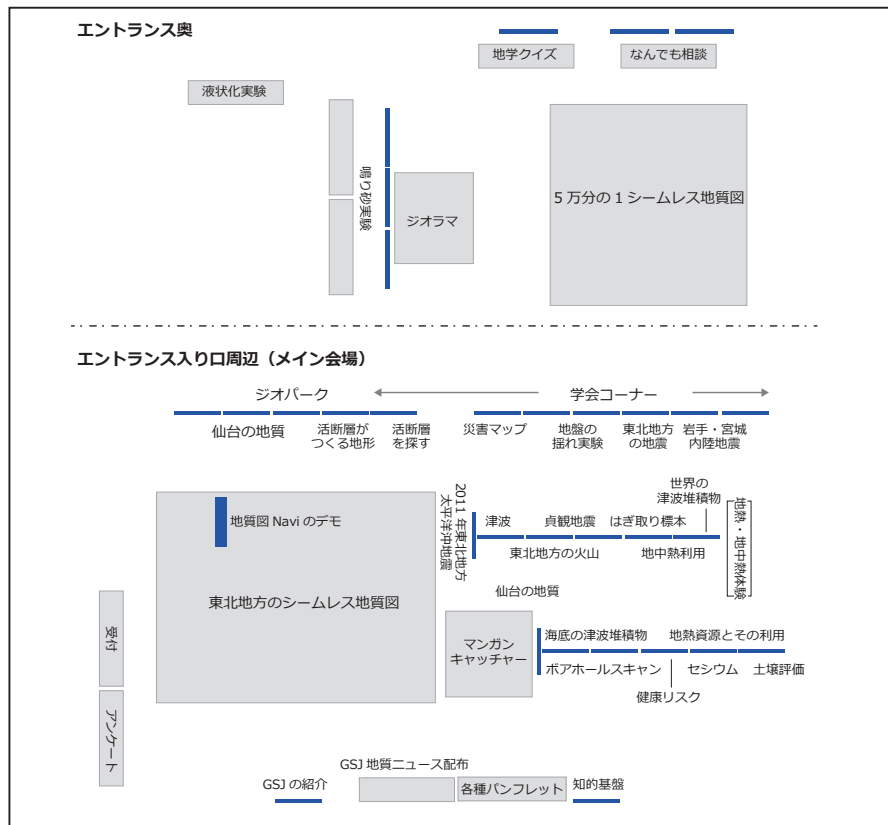
挑戦していました。地質学会のコーナーは、「ジオ写真展」「ジオルジュ紹介」「地学オリンピックの情報」を展示しましたが、多くの方がジオ写真展で足を止めていたのが印象的です。

5. 参加者数

今回の地質情報展は、9月14日(土)午後、15日(日)終日、16日(月・祝)午前の正味2日間の公開となりました。地質情報展に訪れた方々の人数は、スリーエム仙台市科学館の来場者数を基に計算しました。初日は午後のみ開催ではありましたが、当日の準備は午前10時半頃には終わっており、開会式前から地質情報展に参加された方々は多数いました。このことから、地質情報展の初日は、スリーエム仙台市科学館の来場者数の8割ほどが地質情報展会場を訪れていたものと思います。2日目は、同科学館の来場者がほぼそのまま地質情報展の出し物を見ていただいたようです。3日目は午前のみ開催でしたが、当日の午後は台風が直撃したということもあって、午後に科学館を訪れた方はごく少数のように感じました。このことから、地質情報展の参加者は少なくとも科学館入場者の8割に達していたと思われます。以上のようなことから、地質情報展の来場者数は、14日341人、15日1351人、16日

第1表 「地質情報展 2013 みやぎ」における出展内容。

体験コーナー
地盤の違いによる地震の揺れ実験
クラブ探泥器を使ってマンガン団塊を探ろう
パソコンで地学クイズにチャレンジ
ペットボトルで地盤の液化化実験
自然の不思議：鳴り砂
シースルー火山で噴火実験
蔵王見たまま砂絵で地質図
自分だけの化石レプリカを作ろう！
地史・地質
仙台の地質
火口湖御釜を頂く活火山 蔵王火山
蔵王火山 歴史時代の噴火 - 御釜から水があふれ出す -
東北地方の活火山
地震・津波
活断層がつくる仙台市街地の地形
立体地図を使って仙台市街地の活断層を探そう
仙台の地盤災害マップを使いこなそう
東北地方の地震と活断層
2008年岩手・宮城内陸地震
2011年東北地方太平洋沖地震
津波の発生
西暦869年貞観津波の痕跡
西暦869年貞観津波の痕跡 - はぎ取り標本展示 -
世界各地の津波堆積物
仙台平野における津波堆積物の調査地点
海底に残された津波の痕跡 - 浅海から深海まで -
海底に残された津波の痕跡 - 仙台湾での調査 -
復興支援
津波堆積物中の重金属類と人への健康リスク
水中の放射性セシウムをはかる
表層土壌評価基本図の整備 - 表層土壌評価基本図 (富山県地域の出版)
再生可能エネルギー
地中熱利用システム - 足下にある再生可能エネルギー -
地熱資源とその利用
地質とふれあう
シームレス地質図
ジオラマ模型で地質を学ぼう
ボーリング孔内のカメラによる観察 - 足下の大地を覗こう! -
知的基盤としての地質情報整備と社会の貢献



第1図 会場のレイアウト (展示ボードの幅は1m)。



写真1 開会式の様子。左から佃 栄吉 GSI 代表, 石井鉄雄スリーエム仙台市科学館館長, 石渡 明地質学会会長。お三方には、テープカットの前にご挨拶もしていただきました。



写真2 「シームレス地質図」の床張り展示。仙台はどこだ？



写真3 「ジオラマ模型で地質を学ぼう」の様子。ジオラマ模型では、研究者が野外調査を行っている様子が再現されています。転石ひとつにも工夫が見られる模型に、子供たちは夢中でした。



写真4 「グラブ採泥器を使ってマンガン団塊を採ろう！」の様子。採泥器を使った実演は人気のコーナーです。



写真5 「自分だけの化石レプリカを作ろう！」の様子。古生物の説明を聞いた後は、いよいよレプリカ作りの開始です。



写真6 「ペットボトルで地盤の液状化実験」の様子。大型の液状化実験装置を使って、液状化現象を再現します。子供たちは、自分の背丈近い大きさの装置に興味津々でした。



写真7 「蔵王見たまま砂絵で地質図」の様子。大人から子供まで、蔵王火山の地質を勉強しながらオリジナルの地質図を作りました。

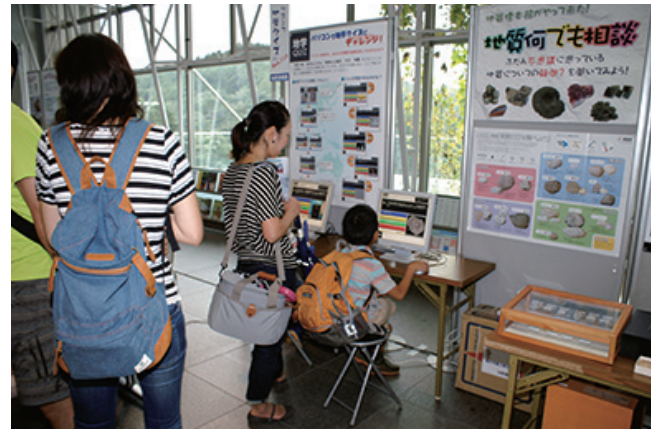


写真8 「パソコンで地学クイズにチャレンジ！」の様子。

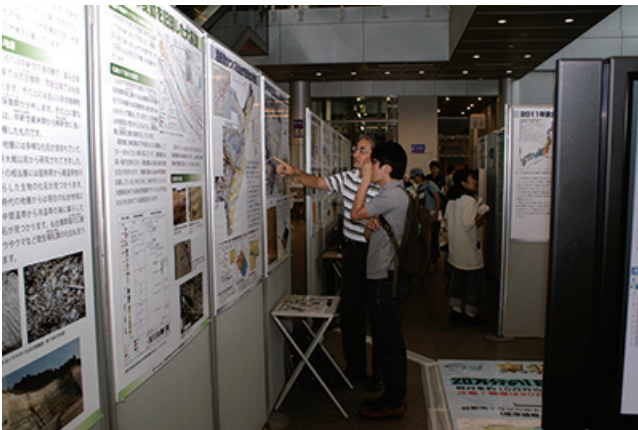


写真9 「立体地図を使って仙台市街地の活断層を探そう」の様子。赤青メガネを使って、活断層が作った地形を探してもらいました。



写真10 地熱・地中熱の体験コーナー。ゲームを通して、地熱・地中熱について学んでももらいました。



写真11 「シースルー火山で噴火実験」の様子。噴火する瞬間はみんな大興奮です。

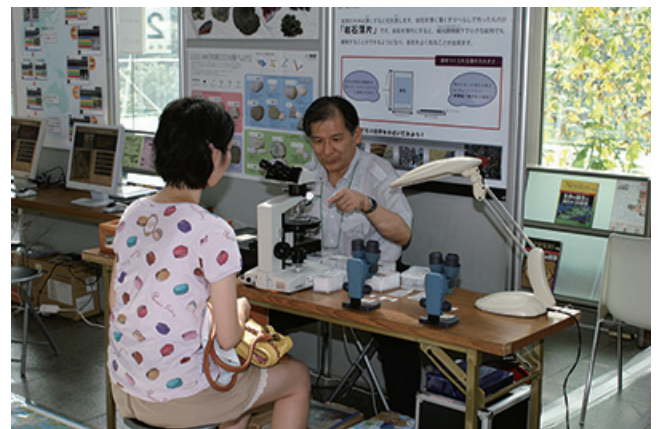


写真12 地質標本館がやってきた！「地質なんでも相談」の様子。

426人の合計2118人となりました。前回の大阪(4681人)には及ばないものの、過去の地質情報展の参加者数と比較して多くの方々に来場いただけたと思っています(第2表)。

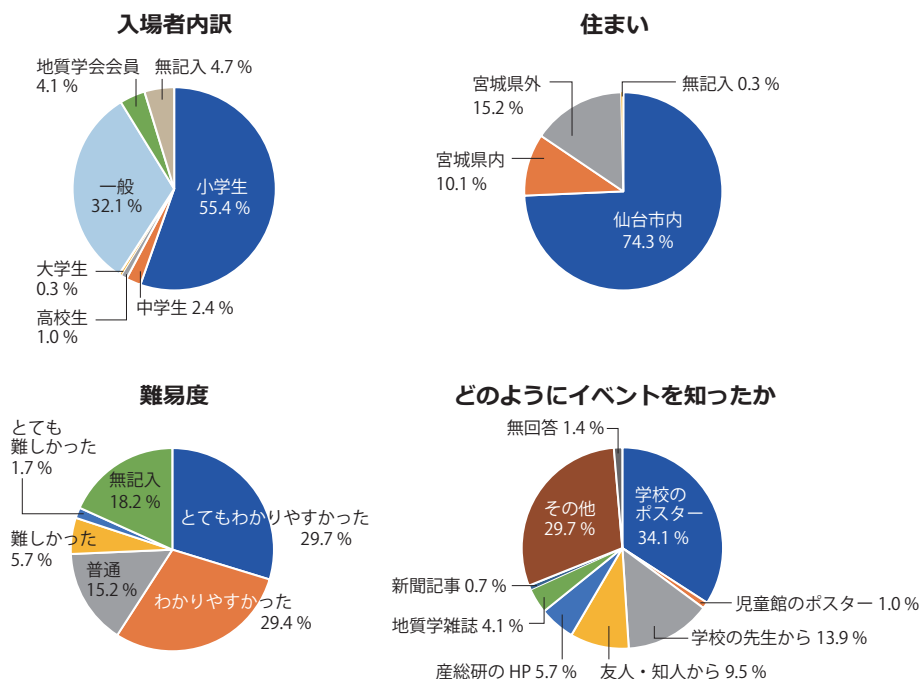
6. アンケート結果

アンケートを合計296名の方に回答していただきました(第2図, 第3表)。入場者の内訳に関しては、会場での印象と一致しています。すなわち、来場者のほとんどが

第2表 地質情報展の来場者数 (田辺, 2012 に加筆).

回	タイトル	開催年	開催日	期間	開催場所	来場者数
						総数
第1回	九州地質情報展「知っていますかあなたの大地-地質学が探る九州島-」	1997	10月10日	1日	福岡市立 少年科学文化会館	500強
第2回	甲信越地方地質情報展「ザ・フォッサマグナ」	1998	9月26~27日	2日	信州大学共通教育センター	1,162
第3回	中部地質情報展「20億年のタイムトラベル」	1999	10月9~11日	3日	名古屋科学館	2,500
第4回	山陰地質情報展「地質が明かすくくびきの里」	2000	9月29日~10月1日	3日	松江テルサ	1,341
第5回	北陸地質情報展「ぼくらをのせた大陸のかげら」	2001	9月21~23日	3日	MROホール(石川県金沢市)	951
第6回	地質情報展にいがた-のぞいてみよう大地の不思議-	2002	9月14~16日	3日	新潟市民芸術文化会館	913
第7回	地質情報展しずおか-プレートの出会う場所で-	2003	9月19日~21日	3日	静岡市グランシップ	1,415
第8回	地質情報展ちば-海から生まれた大地-	2004	9月18日~20日	3日	千葉県立中央博物館	1,637
第9回	地質情報展 きょうと-大地が語る5億年の時間-	2005	9月18日~20日	3日	京都大学	1,270
第10回	地質情報展こうち-黒潮よせるふるさとの地質-	2006	9月15日~17日	3日	高知市文化プラザ	908
第11回	地質情報展北海道-探検! 熱くゆたかなぼくらの大地-	2007	9月7日~9日	3日	北海道大学クラーク会館	1,200
第12回	地質情報展2008あきた-発見・体験! 地球からのおくりもの-	2008	9月19日~21日	3日	秋田市民交流プラザ	1,910
第13回	地質情報展2009おかやま-発見 瀬戸の大地-	2009	9月4日~6日*	2日	岡山市デジタルミュージアム	2,036
第14回	地質情報展2010とやま-海・山ありて富める大地-	2010	9月17日~19日*	2日	富山市民プラザ	856
第15回	地質情報展2011みと-未来に活かそう大地の鳴動-	2011	9月9~11日*	2日	水戸市堀原運動公園武道館	926
第16回	地質情報展2012おおさか-過去から学ぼう大地のしくみ-	2012	9月15日~17日	3日	大阪市立自然史博物館	4,681
第17回	地質情報展2013みやぎ-大地を知って明日を生かす-	2013	9月14日~16日 (14日と16日は半日)	2日	スリーエム仙台市科学館	2,118

*初日は内覧会のみ



第2図 アンケート結果.

小学生とその保護者の方々に占められ、中学生から大学生までの年齢層はごく少ないということです。難易度に関しては、「とてもわかりやすかった」と「わかりやすかった」をあわせても6割足らずであり、来場者の年齢層とパネルの難易度が一致していないことが浮き彫りとなりました。この結果は、どのような年齢層をターゲットとして情報展を開催するかについて考えさせられるものでした。

地質情報展を知ったルートとしては、学校と児童館をあわせて5割近くに達し、事務局による広報活動の効果が現れていると感じました。また、ホームページによる告知も、一定の効果があるようでした。「その他」は29.7%を占めていますが、このなかには「来館して知った(全体

に対する割合で9.5%,以下同じ)」「テレビのニュース(6.1%)」「科学館のホームページ(3.0%)」「市政だより(1.4%)」「リビング仙台(0.3%)」という回答が見られました。この結果から、スリーエム仙台市科学館という立地の良さにより来客者数が伸びたことと、テレビ媒体の効果の高さをうかがうことができます。

「おもしろかった展示物」については、体験コーナーが上位を占めました。特に「化石レプリカ」の得票数が高く、レプリカを作製された方の多くがアンケートにも参加して下さったようです。このほか、体験コーナーの「砂絵」「鳴り砂」も多くの票を獲得しました。体験コーナーのトップ3に続いたのが「センウムをはかる」で、この結果は被災地で行われ

たということが大きく影響していると考えられました。これら以降のトップ 20 までは、会場で人気があると感じた展示物とほぼ一致していました。全体の傾向としては、地域地質に関するものに人気が集まったようでした。

ランキングの下位に並んでいるのが、「地震・津波」に関するパネルです。実は、「地震・津波」のテーマは会場で多くの人々が訪れていたのに上位に食い込むと思っていましたが、予想に反した結果でした。来場者の大部分を占める小学生に分かりやすい内容にするなど、内容の大幅な見直しが必要かもしれません。このほか、「世界各地の津波堆積物」や「表層土壌評価基本図」の得票数が少なかったのは、地元に関係の薄いものだったからと考えられました。

7. おわりに

2014 年の地質情報展は鹿児島県で開催する予定です。鹿児島周辺はカルデラ地形や火山に特徴付けられ、地形や

地質を身近に感じている方々が多いと思います。そうした場所で地質情報展を開催し、地形・地質に関する知識を深めていただくこと、また将来の地球科学を支えていく子供たちに地質とふれあう楽しさを知っていただくことができれば幸いです。

謝辞:「地質情報展 2013 みやぎ」は、科学研究費助成事業 研究成果公開促進費「研究成果公开发表 (B)」(課題番号 2553005, 開催責任者 石渡 明)の助成を受けました。開催にあたっては、日本地質学会事務局の皆様にお世話になりました。スリーエム仙台市科学館の中澤堅一郎氏、花田義輝氏、菊池正昭氏、佐藤賢治氏には、事前の広報活動だけでなく、イベントの準備、運営、撤収まで終始お世話になりました。山形大学の本山 功准教授には学生アルバイトの手配をしていただきました。東北大学の西 弘嗣教授と中村教博准教授には、会場の選定や市民情報誌への掲載などでお世話になりました。以上の方々に、記して感謝の意を表します。

第 3 表 「地質情報展 2013 みやぎ」アンケート結果。おもしろかった展示物。

順位	パネル	獲得票
1	●化石レプリカ作り	176
2	●蔵王見たまま砂絵で地質図	130
3	●自然の不思議: 鳴り砂	105
4	▲水中の放射性セシウムをはかる	86
5	★火山湖御釜を頂く活火山 蔵王火山	82
6	◇ジオラマ模型で地質を学ぼう	81
7	●ペットボトルで地盤の液化化実験	79
8	★仙台の地史	72
8	○地熱資源と利用	72
10	ジオパーク	68
11	■2011 年東北地方太平洋沖地震	66
12	◎ジオ写真展	64
13	★東北地方の活火山	63
14	●グラブ探泥器を使ってマンガン団塊を探ろう!	60
15	●シースルー火山で噴火実験	59
16	○地中熱利用システム～足元にある再生可能エネルギー～	58
17	●地盤による地震の揺れ方の違いをみよう	54
18	★歴史時代の噴火 蔵王火山-御釜から水があふれ出す-	50
18	◇シームレス地質図	50
20	■活断層がつくる仙台市街地の地形	48
21	●パソコンで地学クイズにチャレンジ!	46
21	■津波の発生	46
23	▲津波堆積物の重金属類と人への健康リスク	40
24	★仙台周辺の新生代の地質	38
24	○地学オリンピック	38
26	■仙台平野における津波堆積物の調査地点	36
26	■海底に残された津波の痕跡-浅海から深海まで-	36
26	◇ボーリング孔内のカメラによる観察-足の下の大地をのぞいてみよう!-	36
29	地質何でも相談	35
30	■東北地方の地震と活断層	33
31	★海水準変動を記録した大露頭	29
31	■立体地図を使って仙台市街地の活断層を探そう	29
31	■西暦 869 年貞観津波の痕跡	29
34	■2008 年岩手・宮城内陸地震	28
35	■仙台の地盤災害マップを使いこなそう	24
36	■西暦 869 年貞観津波の痕跡-地層のはぎ取り標本-	24
37	◎ジオジュ紹介	22
38	■世界各地の津波堆積物	19
39	▲表層土壌評価基本図の整備-表層土壌評価基本図(富山県地域の出版)-	18
40	◇知的基盤としての地質情報整備と社会への貢献	10

●: 体験コーナー ★: 地史・地質 ■: 地震・津波
▲: 復興支援 ○: 再生可能エネルギー ◇: 地質とふれあう ◎: 学会コーナー

* 注

(ア) 準備

- 学会との連絡: 澤井祐紀
- 後援名義の手続き: 澤井祐紀
- 各研究者との連絡: 澤井祐紀
- 広報活動: 吉田清香
- 会場レイアウト作成: 川畑 晶・吉田清香
- パネルの作成: 吉田清香・川畑 晶
- 看板の作成: 川畑 晶・吉田清香
- ポスター・パンフレット類の作成: 吉田清香・川畑 晶
- アンケート作成: 澤井祐紀
- 荷物の梱包・搬入・搬出: 中島和敏・宮崎純一・川畑 晶・百目鬼洋平・住田達哉

(イ) 会場

- 受付: 菅家亜希子・中川明日香
- 会場案内: 川畑 晶・中島和敏・澤井祐紀・菅家亜希子・渡辺真人
- 写真撮影および全体補助: 中島和敏・川畑 晶
- 2 F 統括: 吉田清香
- 1 F 統括: 利光誠一

文 献

- 斎藤 真 (2001) 地質情報展—地質学の普及をめざした地質調査所の試み—. 地学教育, 54, no.1, 47-59.
- 田辺 晋 (2012) 「地質情報展みと」の概要と地質情報展の過去 3 年間の来場者. GSJ 地質ニュース, 1, 101-103.

SAWAI Yuki, YOSHIDA Sayaka, WATANABE Mahito, KAWABATA Sho, NAKAJIMA Kazutoshi, MIYAZAKI Junichi, DOUMEKI Youhei, KANKE Akiko and NAKAGAWA Asuka (2014) Report on Geoscience Exhibition in Miyagi 2013.

(受付: 2013 年 10 月 2 日)

地質情報展 2013 みやぎ 体験コーナー 「地盤の違いによる地震の揺れ実験」

内出崇彦¹⁾・今西和俊¹⁾・武田直人¹⁾・長 郁夫¹⁾・粟田泰夫¹⁾

1. 展示の概要

本展示では、板とスポンジで作った硬軟の地盤模型によって、地震による揺れ方がどのように違うのかということを見ていただきました。この模型は2012年の「地質情報展2012おおさか」(今西ほか, 2013), 2013年7月の産総研一般公開(長ほか, 2013)などの際に活躍しており、回を追うごとに改良を加えています。

写真1にある通り、板を積み重ねて作った固い地盤とスポンジでできた柔らかい地盤の上に、屋根を付けた地震計を家屋に見立てて設置しました。これらの地震計の記録はPCを介して、液晶モニタに表示しています。その際、1秒単位で震度を簡易計算によって求め、それを表示しています。

小刻みに揺らすことで両者の違いが大きくなり、ゆっくり(より長周期で)揺らすと差が出にくい傾向があります。これは、周期による模型の応答の違いによるものです。特に注意せずに揺らすと、模型を置いたテーブルも含めた全体の固有周期で揺れやすいのですが、この周期ですと地盤の応答の違いを出すには長すぎました。両地盤で差があるような小刻みな揺らし方については、練習が必要でした。

このほか、地震計に親しんでいただくために、床に設置した地震計の記録をそのまま見てもらうという展示も行いました(写真2)。床で飛び跳ねたり、力強く足踏みをしたことで、地震計にその揺れが検知されて、隣に置いた液晶モニタに表示される仕組みです。こちらは震度表示もない簡単なものですが、主に子供たちに地震計の反応を楽しんでもらいました。

2. 地質情報展当日の様子

初日(2013年9月14日)、13時から展示を始めて早々に、NHK仙台放送局に本展示の取材を受けました(写真3)。この模様が当日夕方のニュースで放送されたようで、2日



写真1 本展示で用いた地盤模型。左が板でできた固い地盤、右がスポンジでできた柔らかい地盤である。



写真2 床に設置した地震計とその記録を表示する液晶モニタ。

目以降は「テレビで見た実験装置」ということでも注目していただきました。子供たちには、自分の手で模型を揺らしてもらいました。中には、より大きい震度を出すように頑張っている子供たちもいました。

床に設置した地震計も、子供たちの興味を引いていました。やはりここでも、興味は、大きい揺れを作り出すこと

1) 産総研 活断層・地震研究センター

キーワード: 地質情報展, アウトリーチ, 地震, 地盤増幅率



写真3 NHK 仙台放送局による取材の様子。

でした。体の小さい子供たちが飛び跳ねるよりも、体の大きい親御さんの方が地震計のグラフが大きく振れます。子供たちが息を合わせて同時に跳んでいる姿は微笑ましいものでした。ここでの振動が、隣にある振動模型をも揺らして、地震計でしっかり捉えられていました。震度1くらい出ていたこともありました。

主に大人の来場者の方には、ポスター展示と組み合わせた説明も行いました。防災科学技術研究所のJ-SHISの情報をお借りして、仙台市周辺の地盤増幅率を表示していました。長町-利府線断層を境に東が軟らかい地盤、西が固い地盤という明瞭な構造が見られました。偶然にも、本模型も右が固い地盤、左が軟らかい地盤を表現しており、仙台市付近の地盤の状態に合致する形となりました。これを利用して、特に興味を持っていただいた来場者の方々は、長町-利府線断層で地震が起こった場合と海溝型のように遠くで地震が起こった場合のそれぞれについて、断層

の東西両側での揺れの違いについても紹介することができました。

3日間にわたって、多数の方にご来場いただきました。特に最終日は台風が近づいて強風が吹き荒れる中でしたが、予想以上の方々にお越しいただきました。わずか2年半前の2011年東日本大震災の記憶も生々しいと思われる中、来場者の皆様に熱心ながらも冷静に説明を聞いていただいたことに、深く感謝いたします。巨大地震を経験した土地柄なのでしょうか、最寄りの震度計の記録とご自宅等で感じられる揺れとの違いや、盛土の脆さについて実感を持っておられる来場者が多くいらっしゃったのが印象的でした。ご来場いただいた皆様、ありがとうございました。

文 献

長 郁夫・武田直人・今西和俊・内出崇彦・桑原保人・黒坂朗子・落 唯史・高橋 誠 (2013) 2013 年産総研一般公開・チャレンジコーナー「地盤の揺れる様子を目の前で見てみよう！」～展示後の雑感～. GSJ 地質ニュース, 2, 335-336.

今西和俊・吉見雅行・長 郁夫・行谷佑一 (2013) 地質情報展 2012 おおさか体験コーナー「地盤の違いによる地震の揺れ実験」. GSJ 地質ニュース, 2, 140-141.

UCHIDE Takahiko, IMANISHI Kazutoshi, TAKEDA Naoto, CHO Ikuo and AWATA Yasuo (2014) Demonstration of seismic shaking on hard and soft ground, the Geoscience Exhibition in Miyagi 2013.

(受付：2013 年 11 月 11 日)

地質情報展 2013 みやぎ 体験コーナー 「ペットボトルで地盤の液状化実験」

川辺禎久¹⁾・兼子尚知²⁾・宮地良典³⁾

1. はじめに

私たちは、2013年9月14日（土）から16日（月・祝）にスリーエム仙台市科学館で行われた「地質情報展2013みやぎ」で、例年同様「ペットボトルで地盤の液状化実験」の体験展示を行いました。地盤の液状化という言葉やそれによる被害は聞いたことがあっても、実際に体験することは少ない液状化現象ですが、それを簡単にペットボトルの中に再現して見せると多くの方が驚くと同時にたいへん興味を示されます。今回の展示会場は、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の被災地でもある宮城県仙台市。実際に液状化被害を体験された方もいらっしゃる会場で、どのような反応があるのか少し緊張しながらの体験展示でしたが、開催期間後半の台風接近で必ずしも天候に恵まれなかったにもかかわらず、液状化実験ブースはほぼ途切れることもなく来場者がいらしていました。やはり被災地ということでしょうか、関心や反応がより大きく、また現象やそれによる被害、発生しやすい場所などの理解も早いと感じました。

2. 液状化実験体験

大地震の時に埋立地などで発生することがある「地盤の液状化（以下液状化）」は、砂が噴き出してくる噴砂やマンホールの抜け上がり、建物の沈降・傾動などの被害が起こります。展示ブースでは、このような現象がどうして起こるのか、ペットボトルを使った液状化実験装置、産総研考案の「エキジョッカー」とその大型版（本号p. 9, 写真6）および防災科学技術研究所考案の「エッキー」で体験していただきました。

エキジョッカーやエッキーで実験を行うと、多くの場合子どもたちだけでなく大人からも「おおっ！」という声が



写真1 液状化実験を見つめる子どもたち。

あがります（写真1）。砂が噴き出したり、玉が浮いてきたりする様子は、とても面白く不思議な現象です。思いもよらなかったことがペットボトルの中で起き、それが現実にもどのような現象と対応しているのか分かったときに多くの方が納得の表情をされました。噴砂や飛び出してくる玉に魅せられて何度もエキジョッカー、エッキーをひっくり返す子どもたちの姿が数多く見られました。大型エキジョッカーも好評で、ペットボトルエキジョッカーより準備に時間がかかるにもかかわらず、じっと砂が沈んでいくのを待っている姿が多く見られました。

展示ブースには実際に震災で液状化による被害を見た、体験したと話される方も来場されていました。中には抜け上がってくるマンホールの動きそのものを見たという方もおられ、説明するほうも気を引きしめる場面もありましたが、どうして起きるのか説明を受けて「よくわかりました」と言っていたときはほっとしました。

前回同様、ポスターだけでなくiPadを使って、液状化による実際の震災時の噴砂動画や写真を見せながら説明も行いましたが、ペットボトルの中の現象と実際の現象との関連をよくわかっていただけでした。また多くの来場者が

1) 産総研 地質情報研究部門
2) 産総研 地質標本館
3) 産総研 企画本部

キーワード：地質情報展、みやぎ、大地震、地盤、液状化、噴砂、実験、エキジョッカー、エッキー

自宅周辺や職場で液状化が起きるのかどうかを気にされている様子でしたが、各自治体などで公表している液状化などの被害想定図もその場でインターネットにアクセスして示しながら説明を行えるので、地質と関連があるのだということによりよく理解していただけたようです。手軽に行える液状化の実験と、実際に起こりやすい場所の例示、地質との関連を示すことによって、液状化への理解が進んでいけば、自治体による被害を軽減する対策が促進されるものと期待されます。

なお、エキジョッカーやエッキーは、株式会社ナリカ (<http://www.narika.jp> 2013/11/11 確認) から、通信販売により購入することができます。

最後に、地質情報展2013みやぎの準備、運営にかかわった多くの方々に厚く御礼申し上げます。写真は地質調査情報センターの中島和敏氏撮影のものを使用しました。

KAWANABE Yoshihisa, KANEKO Naotomo and MIYACHI Yoshinori(2014) Experiment of liquefaction caused by an earthquake, in "Geoscience Exhibition in Miyagi 2013".

(受付：2013年11月14日)

地質情報展 2013 みやぎ 体験コーナー “自然の不思議「鳴り砂」”

兼子尚知¹⁾

1. はじめに

2013年9月14日(土)から16日(月・祝)にかけて、スリーエム仙台市科学館において、「地質情報展 2013 みやぎ 大地を知って明日を生かす」が開催されました。その中の、「楽しく学ぶ!体験コーナー」に“自然の不思議「鳴り砂」”ブースを出展しました。地質情報展での鳴り砂実験コーナー開設は、「地質情報展 2012 おおさか」に続き2年連続で、14回目となりました。毎回、多くの来場者から好評をいただいています。初日は好天に恵まれましたが、2日目と最終日は雨となってしまいました。特に最終日は台風接近のために風も強かったのですが、それでも多数の方々にご来場いただき、連日盛況となりました。

2. 鳴り砂の実験

「鳴り砂(鳴き砂)」とは、「キュッ!キュッ!」と音が出る砂のことです。鳴り砂の浜を歩くと、足もとからこちよい音が響いてきます。

音が発生する機構にはまだよくわかっていない点もありますが、鳴り砂の特徴として、1.砂の構成粒子として石英の比率が高いこと、2.清浄な海水と適度な強度の波浪によって、砂の表面が洗浄・研磨されているためにとってもきれいなこと(異物が付着していないこと)が挙げられます。ですから、鳴り砂は、ほんの少し汚れただけで鳴らなくなってしまう。また、波浪によって磨かれる間に、粒径が揃った砂になっています。

日本には多くの鳴り砂の浜がありますが、宮城県には14ヶ所の鳴り砂の浜が知られていて、全国的にも鳴り砂が多い県です。国内では、島根県大田市仁摩町の琴ヶ浜や京都府京丹後市網野町の琴引浜は、とても良い状態の鳴り砂の浜として有名です。今回は、仁摩町の方々から鳴り砂のご提供を受け、実験に使用させていただきました。

実験コーナーでは、来場したみなさんにワイングラスで

鳴り砂を鳴らす実験を体験していただきました(第1図)。希望する方には、実験に使用した砂をおみやげとしてさしあげたところ、初日135人、2日目348人、最終日241人(合計724人)の方々、鳴り砂をお持ち帰りになりました。また、鳴り砂の解説パネルと全国の鳴り砂マップを掲示し、鳴り砂が鳴る理由や国内の分布状況を説明しました。さらに、鳴り砂の実験ブースでは初めての試みとして、タブレット端末(iPad)を使用しました。実際に鳴り砂の浜を歩いて砂が鳴る様子を撮影した動画や、鳴り砂と関連のある現象としてワインハーブの実験動画を見ていただきました。

3. 宮城県の鳴り砂

先にも述べたように、宮城県には14ヶ所の鳴り砂の浜が知られていて、なかでも気仙沼市のくぐり鳴りまき浜は、天然記念物に指定されているので有名です。しかし、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)の際、鳴り砂の浜にも大きな被害と変化が生じまし



第1図 ワイングラスに入れた鳴り砂を棒で突いて音を聞く来場者。

1) 産総研 地質標本館

キーワード：鳴り砂、琴ヶ浜、地質情報展、みやぎ

た。津波によって砂浜が浸食されたことに加え、震源地に近かった三陸一帯の地盤が1m前後も沈降したことで海面が相対的に上昇し、砂浜が狭くなってしまった場所があります。2011年10月に県内数ヶ所の鳴り砂浜を調査したところ、かつて良く鳴っていた石巻市の白浜、女川町の夏浜、小屋取浜では、砂が鳴らなくなっていました。また、石巻市のくぐなりはま十八成浜では、砂浜そのものがほとんど無くなっていました。一方、亘理町の鳥の海では、地震直後は砂浜が大きくえぐられたように浸食されていましたが、地震から半年後にはほぼ元と同じ規模に浜が回復して、砂も鳴っていました。このように、鳴り砂の浜は自然に回復することもあるので、上記の鳴らなくなってしまう鳴り砂の浜

が今後どのようなになるか、見守っていく必要があると考えています。

4. 最後に

実験に使用した鳴り砂を提供してくださった島根県大田市仁摩町の方々、鳴り砂マップを提供してくださった志波靖麿氏、地質情報展の準備・運営にかかわった多くの方々にあつくお礼申しあげます。

KANEKO Naotomo (2014) Experiment of singing sand, in "Geoscience Exhibition in Miyagi 2013".

(受付：2013年11月13日)

地質情報展2013みやぎ 体験コーナー シースルー火山で噴火実験

大宮さおり¹⁾・山崎誠子²⁾・古川竜太²⁾・高田 亮²⁾・及川輝樹²⁾

1. はじめに

スリーエム仙台市科学館で行われた「地質情報展2013みやぎ」では、産総研内の有志一同と山形大の学生とで「シースルー火山で噴火実験」を行いました。この実験は、身近な道具を使って火山噴火の仕組みを学ぶ、アウトリーチのための実験です。シースルー火山には様々な実験がありますが（山崎ほか，2012，2013），今回はペットボトル内で炭酸水をつくることで火山噴火を模した実験を行いました。この仙台では、及川ほか（2013）で作り方を紹介した“ペットボトル火山”を使用して噴火実験を行いました。従来（山崎ほか，2013など）と異なる新たな方法¹⁾で“噴火”させてみました。台風が接近・通過中での開催となりましたが、新しい方法での“噴火”は規模が大きく迫力があり（第1図），台風にも負けていませんでした。そのためか、実験場所であった駐車場わきを通られた方々は、ほぼ全員が足を止め見学して下さいました。その時の様子を、実験を手伝った山形大学理学部地球環境学科の大宮が、次章で紹介します。

2. 体験記

日本は110もの活火山を有する火山大国です。火山は噴火の災害を引き起こすと同時にエネルギーや資源といった恩恵をもたらしてくれます。今回の情報展では火山の噴火を安全に再現し、その時に地下で起こっている現象を観察できる、シースルー火山による噴火実験を行いました。この実験は、高く噴煙柱を吹き上げ、溶岩を流出させるような爆発的な噴火を再現します。産総研内の火山アウトリーチ実験に興味をもった一同により、噴火の様子を本物の噴火により近づけるため、試行錯誤を重ねられてきました。

シースルー火山の噴火実験は、身近なものをういて行う誰にでもできる実験です。さらに普段は絶対に見られない火山内部の様子や、マグマの発泡から噴火、溶岩流の流出までの一連の流れを全て見ることができます。実験では噴煙柱



第1図 噴火の様子。

が高く上がるため、仙台市科学館の半屋外の駐車場に実験スペースが設けられました。シースルー火山の実験方法は以下の通りです。(1) 側面にチューブを取り付けたペットボトルに、透明なビニールシートをかぶせて尾根と谷のある火山を作ります。この時ペットボトルの口が出るようビニールに穴を開け、キャップにも錐などで噴火口となる穴を開けます。火山の裾野の部分をテープで固定するとシースルー火山の完成です（第2図）。(2) ペットボトルの中に重曹水溶液と溶岩流となる泡を発生させるための台所用洗剤を入れ、蓋をします（第2，3図）。(3) 最後にシリンジ（注射器）でクエン酸水溶液を注入します（第4図）。すると、ペットボトル内の重曹と注入したクエン酸の反応により発泡が始まり（二酸化炭素の発生）、噴火し“噴煙柱”を立ち上げます（第1図）。勢いが弱くなると火口から洗剤の泡の“溶岩流”があふれ、火山の谷に沿って流れ下っていきます。

来場者は小学生の子供を持つ家族連れがほとんどでした。噴火の変化の様子や噴煙柱の迫力、溶岩流の流れと危険地域を伝えることができるよう、子供達と一緒に実験を進めていきました。クエン酸水溶液の注入で噴煙柱を作る過程を体験していただきましたが、噴煙柱が高く吹き上がるたびに驚きの声が上がリ、とても好評でした。「もし地震が起きたら火山はどうなるか？」と、火山の噴火に関わる現象も交えて説明しました。はじめは噴火の再現と聞き、

1) 山形大学 理学部地球環境学科
2) 産総研 地質情報研究部門

キーワード：噴火，ペットボトル火山，炭酸水，シースルー火山

怖いと身構えていた子供達も、一度噴火の様子を見ると自分もやってみたくと積極的に参加してくれました。また、こちらの説明にも熱心に耳を傾け、「火山が噴火したとき危険な場所はどこかな？」などといった質問にも元気に答えてくれました。子供だけではなく保護者の方も実験に興味を抱き、一緒になって楽しんでいた家族が多かったように思います。情報展は3日間ありましたが、台風の接近により天候は芳しくありませんでした。それにもかかわらず、多くの家族連れが実験スペースを訪れてくれたので、うれしく思うと同時に、説明する側として一層力が入りました。天候悪化のため、2日目の午後は実験が中止になってしまったのが残念でした。最終日には展示の終了時間ぎりぎりまで実験を行い、来場者もこちらも満足する結果となったように感じます。

この実験の補助を通じて、私自身も多くのことを学びました。シースルー火山での噴火実験を体験したのは今回が初めてだったため、最初に噴煙柱が高く吹き上がったときには気持ちが高ぶりました。シースルー火山なので発泡の様子もよくわかり、噴火の過程を再確認する機会となりました。実験は、産総研の方にフォローしていただきながらも来場者に説明することができたと思います。また、子供達が歓声を上げ実験を楽しんでくれていたので、噴出した炭酸水で濡れることは全く気になりませんでした。さらに大きい噴火を起こそうと、重曹や洗剤の量などを変え工夫を重ねる中に楽しみがありました。今回の地質情報展のような「自然現象について実際に体験しながら学ぶ」という機会は一般の方にはあまりないことでしょう。3日間という短い期間ではありましたが、身近で起こりうる火山の噴火について、実験を通じて多くの方々に伝えることができたと感じています。これを機に身の回りの自然現象について少しでも関心を持っていただけることを願っています。

* 1 従来は、クエン酸と重曹の粉を混ぜたものをペットボトルに入れて、その後水を注いで反応させていました。今回は、ペットボトル内に洗剤と重曹水溶液を入れておいて、そこにクエン酸水溶液をシリンジで注入させ“噴火”させました。

文 献

及川輝樹・高田 亮・古川竜太・山崎誠子 (2013) ペットボトル火山の作り方 2013年産総研一般公開・チャレンジコーナー「噴火のしくみが見える！ シースルー火山実験」。GSJ 地質ニュース, 2, 332-334。
山崎誠子・大石雅之・西来邦章・廣田明成・古川竜太・高田 亮・石塚吉浩・宝田晋治・及川輝樹 (2012) 一



第2図 ビニールでペットボトルの周りに火山の形をつくり、その後、ペットボトルに重曹水溶液を入れる。



第3図 蓋をする。



第4図 シリンジを押し込む。

般公開報告「シースルー火山で火山の中を見てみよう」。GSJ 地質ニュース, 2, 53-55。

山崎誠子・古川竜太・高田 亮・及川輝樹 (2013) 一般公開2013報告「噴火のしくみが見える！—シースルー火山実験—」。GSJ 地質ニュース, 2, 329-331。

OMIYA Saori, YAMASAKI Seiko, FURUKAWA Ryuta, TAKADA Akira and OIKAWA Teruki (2014) See-through volcano eruption experiment in "Geoscience Exhibition in Miyagi 2013".

(受付：2013年11月15日)

地質情報展 2013 みやぎ 体験コーナー 「蔵王見たまま砂絵で地質図」、 砂絵と模型による仮想ジオツアー

芝原暁彦¹⁾・吉田清香¹⁾・及川輝樹²⁾・伴 雅雄³⁾
百目鬼洋平⁴⁾・宮内 渉¹⁾・住田達哉¹⁾

1. はじめに

2013年9月14日～16日に仙台市科学館で行われた「地質情報展 2013 みやぎ」において、砂絵を利用した地学教材を公開しました。本教材は地質図の読み方や、地質と地形との関係について理解を促すために開発したもので、博物館やジオパーク等でのイベントにて使用しています（芝原ほか、2013）。今回は砂絵教材シリーズの第二弾として、蔵王周辺の地質図を表した砂絵教材「蔵王見たまま砂絵で地質図」（第1図）を公開しましたのでご報告します。

2. 砂絵教材の概要と使用方法

この砂絵教材はシール用紙に蔵王の立体地質図が印刷されており、各岩体部分のシールをそれぞれ用紙から独立して剥がせるようになっています。シールを剥がすと下の台紙部分に塗られた糊が露出するため、ここに色砂を撒けば簡単に地質図の砂絵が完成します。さらに地質図の凡例部分にも同じように砂を撒けるため、岩体と凡例の砂を統一させることが可能で、地図や地質図の読み方を工作しながら学べるという仕組みになっています。工作に要する時間は15～20分程度です。



第1図 砂絵教材の図案。

1) 産総研 地質標本館
2) 産総研 地質情報研究部門
3) 山形大学 理学部
4) 産総研 地質調査情報センター

キーワード：アウトリーチ、地質図、立体、砂絵、教材、蔵王

立体地質図の作成には ESRI(株)製 ArcGIS およびフリーウェア「カシミール」を使用しています。通常であれば 5m もしくは 10m メッシュで造型した地形モデル上に地質図をテクスチャマッピングし、このモデルを地面からの見上げ図に加工することで、実際の山体と教材とを見比べて理解を深めることができるように配慮しています。しかしながら今回は蔵王の御釜(火口湖)周辺の地質を描画するため、3D 地質図を新たに作り起こしました。地質図は蔵王連峰の中でも標高が最も高い場所にある御釜を、南南西にある刈田岳から見下ろす構図としました。今回の地質情報展において、この砂絵は 3 日間(初日と 3 日目は半日ずつの正味 2 日間)で約 400 部が使用されました。

3. 砂絵と精密立体地質模型を用いたバーチャルジオツアー

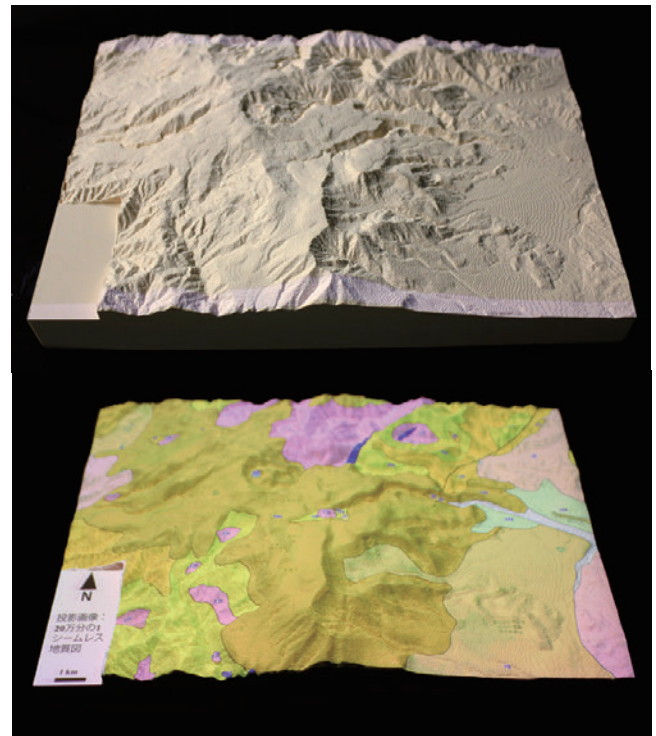
砂絵の会場では、会場入り口付近において、体験者 10 名程度ずつに、砂絵シートと実際の噴出物を用いた蔵王火山の解説をすることから始めました。まず砂絵シートを見せながら、「この風景はどこかわかりますか?」と問いかけるのですが、ほぼ全ての大人と半数程度の子供たちが、「蔵王の御釜」であると答えてくれます。次に「地質図はご存知ですか?」と問いかけるのですが、老若男女問わずほとんどの方が知らないと返事を返してきます。それを取りかかりとして、蔵王火山の歴史と噴出物の説明を行い、「どの時代のどのような噴出物がどこに分布しているのかを示す地図が地質図です」と説明すると多くの方が納得して下さいました。途中、蔵王火山の 10 万年の歴史を地球の歴史と比較して、蔵王の噴火は地質の世界ではごく最近に始まった出来事であることなどを説明し、実際に噴出物を触ってもらい、その軽さを実感してもらおうと体験者から驚きの反応がありました。説明の最後に、地質図では地図の色と凡例の色とを統一することが重要で、砂絵を作る際も気を付けるよう注意を促します。こうした解説は、砂絵作成の際、地球科学的説明を極力省き、砂絵作成に集中することで時間効率を上げ、また砂絵作成までの待ち時間を有意義に過ごしていただくために有効でした。

砂絵作成では、4 つのテーブルで 3 ~ 4 名ずつ並行して作業を進めていきます。各テーブルについての指導員の指示の下、自由な配色で色とりどりの砂絵地質図を作成していただきました(第 2 図)。

完成後は、本来であれば砂絵地質図を手にしながらい現地で見ながら御釜を観察するのが最も適した利用方法ではありますが、会場の立地条件的に困難であったため、蔵王周辺



第 2 図 砂絵教材を用いた指導の様子。児童が右手に持つ筆は、余分な砂を除去するのに使用する。



第 3 図 蔵王周辺の精密立体地質模型(上:投影前,下:シームレス地質図の投影)。

の精密立体地質模型(第 3 図)を使用したバーチャルジオツアーを行いました(第 4 図)。この模型は 10m メッシュ DEM と三次元造型機を使用して作成した地形模型に、シームレス地質図をプロジェクションマッピングしたものです(芝原, 2013)。この模型と砂絵とを見比べながら地質と地形との関わりについて解説を行いました。蔵王は、江戸時代以降に、何度も噴火に伴って御釜からの水があふれ出しました。そのため噴火と同時に洪水が発生し、火口から

遠く離れた地域においても災害を引き起こしています。立体模型を用いた観察を行うことによって、こういった災害と地質・地形との関連についても理解を深めていただきました。

4. 今後の方針

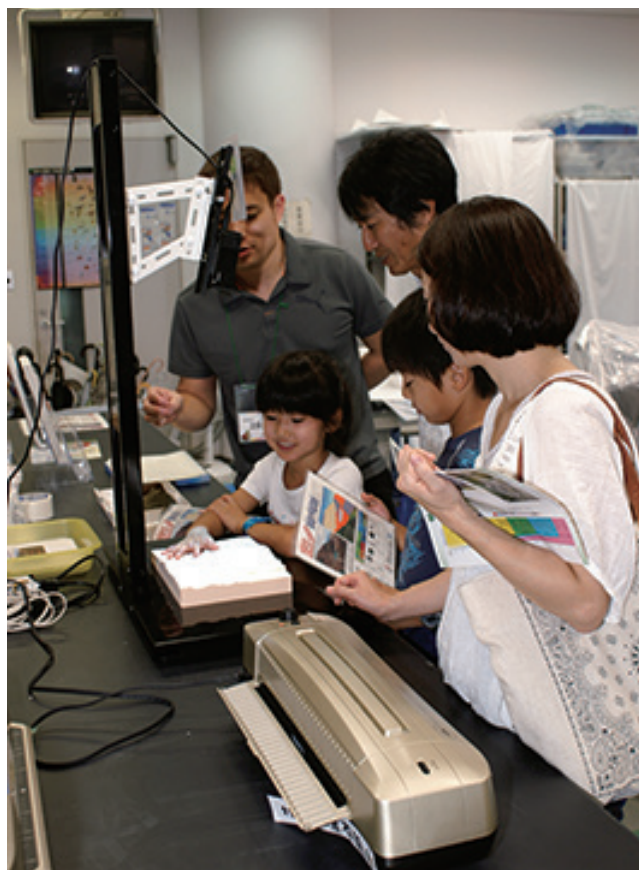
今回作成した砂絵教材は、「筑波山見たまま砂絵で地質図」に続く砂絵教材シリーズの第二弾となります。今後は全国の博物館やジオパークでも活用できるよう、技術協力を進める予定です。また一度砂絵教材を作成した地域についても、別視点からのアングルのものを作成するなど、同一地域でのバリエーションを持たせ、周辺各自治体での利用を促進する予定です。

5. 謝辞

地質標本館の菅家亜希子氏、中川明日香氏、地質情報研究部門の山崎誠子氏には、地質情報展で工作教室を行うにあたって大変お世話になりました。また谷田部印刷株式会社専務取締役の井上 誠氏をはじめ同社の皆様には前回に引き続き、砂絵の台紙となるラベル用紙の選定や、台紙を浅くカットするための工具の選定および調整など、技術的なサポートをいただきました。さらに「カシミアール 3D」の作者である杉本智彦氏には、同ソフトウェアの使用についてご快諾いただきました。以上の方々はこの場をお借りして深謝申し上げます。

文 献

芝原暁彦 (2013) 三次元造型技術とプロジェクションマッピングを用いた精密立体地質模型の開発と、博物館およびジオパーク地域での活用. GSJ 地質ニュース, 2, 243-248.



第4図 精密立体地質模型を用いたバーチャルジオツアーの様子。模型はケミカルウッドと呼ばれる樹脂で造型されており、ある程度の強度を持つため、児童が直接模型に触れて地形の凹凸を確認することが可能。

芝原暁彦・住田達哉・加藤碩一・大和田 朗・佐藤卓見 (2013) 3D 模型と砂絵で楽しむ筑波山のジオ—地質図を立体的に理解するための砂絵教材の開発—. GSJ 地質ニュース, 2, 279-281.

SHIBAHARA Akihiko, YOSHIDA Sayaka, OIKAWA Teruki, BAN Masao, DOMEKI Yohei, MIYAUCHI Wataru and SUMITA Tatsuya (2014) Three dimensional visualization and outreach activities around Zao Mountain Range using sand painting geological map and finely-detailed 3D miniature in "Geoscience Exhibition in Miyagi 2013".

(受付：2013年11月11日)

地質情報展 2013 みやぎ 体験コーナー —自分だけの化石レプリカを作ろう!!—

利光誠一¹⁾・中島 礼²⁾・中澤 努²⁾・関口 晃¹⁾・平林恵理¹⁾

2013年9月14日～16日にスリーエム仙台市科学館で開催された「地質情報展 2013 みやぎ」において、恒例となっている体験コーナー「自分だけの化石レプリカを作ろう!!」を出展しました。このコーナーは、これまで開催の地質情報展で毎回出展しており、訪れる子供たちにとって人気のコーナーの1つになっています。今回のレプリカ作製用として準備した化石は、前回と同じく、古生代を代表する三葉虫、中生代を代表するアンモナイト、新生代を代表する巻貝ジカリヤで、この3種類のうちのどれか1つを選択していただくようにしました(第1図)。

前年度の「2012 おおさか」では本コーナー受付のために長蛇の列ができてしまい、長時間並んでお待ちいただくという事態になり、大都市圏での体験コーナー運営に関しての反省点となりました(利光ほか, 2013)。情報展開催日が休日にあたるため、今回の会場のスリーエム仙台市科学館も入館者数が多くなるという事前予想がなされ、加えて運営にあたるスタッフの数がこれまでに比べて少なくなったこともあり、本コーナーの運営方法を見直すことにしました。これまでは、受付で整理券を配り、2～3名単位で順次空いた席に座っていただき、テーブルごとに配置

された指導スタッフから化石のことやレプリカ作製の工程についての説明を受けながら作業を進めていました。今回は、時間を30分ごとに区切って、毎回定員を決めた上で3つの作業テーブルに分かれて着席していただき、最初にまとめて5～10分程度の全体説明をしてからテーブルごとに各自の作業をしていただくことにしました(第2図)。初日は1回につき12～15名程度の定員で進めていましたが、(予想はしていたものの)体験希望者が多かったこともあり、2日目は定員を少し増やすことにしました。最終日には直接の指導に当たった学生スタッフも慣れてきて多人数への対応が可能となったと判断できたため、定員を1回につき24名程度までに増やすことにより、3日間でのべ435名の方々に化石レプリカ作製体験をしていただくことができました。内訳は、初日(午後のみ)が89名、2日目(午前・午後)が200名、3日目(午前のみ)が146名です。化石の種類別では、ジカリヤが73個、アンモナイトが202個、三葉虫が160個となっています。今回も来場者が多かったため、一人で何度も並び直して複数個作る方はいみせんでしたが、リピーターとして2日間にわたり来場して下さったご家族もおられたようです。



第1図 化石レプリカ作製体験コーナー受付の様子。これから作製するレプリカをどれにするか、選んでいるところ。まずは触って確かめてネ。



第2図 スタッフによる化石の説明の様子。全体説明が終わってから、それぞれレプリカ作製の作業にはいります。入り口付近(写真奥)には「触れる化石」のテーブルを配置して、希望者に実物の化石数種の感触を確かめていただきました。

1) 産総研 地質標本館
2) 産総研 地質情報研究部門

キーワード：地質情報展みやぎ、化石、レプリカ作製、体験型イベント



第3図 受付で整理券をもらうための待ち列の様子。化石レプリカ作製体験コーナー会場となった1階「市民の理科室」前の図書閲覧スペースで椅子に座って列を作っていたきました。1時間以上並ばれた方もいます。

また、仙台市およびその周辺地域からの来場者が多かったようですが、県内の北部や南部、さらにはお隣の山形県や福島県からお出でいただいた方もおられ、皆さん喜んで完成した化石レプリカを持ち帰られていました。

宮城県北部から岩手県南部にかけて古生代中期（約4億4000万～3億5000万年前）の三葉虫のほか、サンゴや腕足類、コケムシ等の化石の産出する地層が知られており、これとともに山地や海岸沿いに古生代後期から中生代後期（約3億5000万年～1億年前）の地層が分布しています。一方、新生代新第三紀～第四紀（約2000万年前～現世）の新しい地層が県央から県南にかけての平野部や丘陵部を中心に分布しています。これらの地層から、今回のレプリカ作製に使用された化石の仲間の産出も知られています。従って、このように多様な地質に支えられた地域ですので、住民の皆さんの地質や化石に対する意識も高く、化石についての知識の豊富なお子さん方も多く見受けられました。今回作製していただいたレプリカのもととなった

化石の仲間（三葉虫、アンモナイト、ジカリヤ）はいずれも宮城県内で産出していますので、そのことも参加いただいた皆さんの関心を高めた一因になったのではないかと思います。

大勢の皆さんにお出でいただいた背景には、今回も事前に近隣の学校に配布したポスターやチラシ等の宣伝効果が大きいにあったものと思われます。また、初日夕方にNHKテレビでイベントの様子が放映されたことなども大きく影響して、強い雨（最終日は台風）の中でもひるまず化石レプリカ作製コーナーめざして朝早くから並んでいただいたご家族連れの方々も多くおられました（第3図）。また、今回の化石レプリカ作製体験コーナーの運営に際しては山形大学から4名の学生の協力がありました。あわせて受付待ち列の整理や完成したレプリカの引き渡し等にスリーエム仙台市科学館のボランティアスタッフの方々にもご協力をいただきました。最後になりましたが、悪天候にも関わらず（開館時刻前から）会場を訪れて並んでいただいた皆様、そして本コーナーの運営にご協力いただいた皆様に、この場を借りてお礼申し上げます。

文 献

利光誠一・中島 礼・中澤 努・坂野靖行・菅家亜希子・及川輝樹・坂田健太郎・山本直孝・川畑 晶（2013）地質情報展2012 おおさか 体験コーナー —自分だけの化石レプリカを作ろう!!—. GSJ地質ニュース, 2, 152-153.

TOSHIMITSU Seiichi, NAKASHIMA Rei, NAKAZAWA Tsutomu, SEKIGUCHI Akira and HIRABAYASHI Eri (2014) A special section for an experience of making fossil replica in "Geoscience Exhibition in Miyagi 2013".

（受付：2013年11月15日）

地質情報展 2013 みやぎ 展示と解説のコーナー 東北の火山及び蔵王火山の展示報告 ～どのように見学者の興味を引く展示をつくるか～

及川輝樹¹⁾・西来邦章¹⁾

1. はじめに

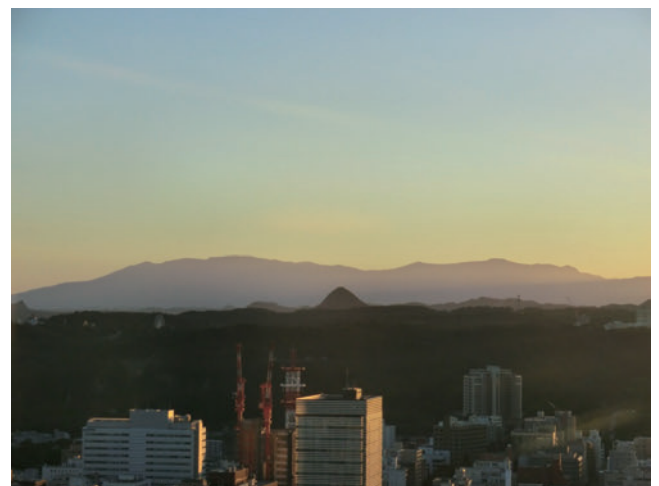
仙台市科学館で行われた「地質情報展 2013 みやぎ」では、南東北を代表する活火山、蔵王火山の紹介を他の南東北の火山の紹介とあわせたパネルを作成し展示しました(第1図)。その展示には、折しも当所から「日本の火山(第3版)」(中野ほか, 2013)が発行されましたので、その成果も盛り込みました。嬉しいことに、これら展示は来場者へのアンケート結果によると大変好評でした。蔵王火山は仙台市からも望むことができる火山なので(第2図)、親しみがあつたためもあるかと思われませんが、展示にもちょっとした工夫を施しました。いずれもちょっとした工夫で実現できるもので、難しくありませんが、見学者の興味を引き付ける効果は、我々が想像していた以上に大きいものでした。どのような工夫を施したのかをここで簡単に紹介します。

2. パネル中の文字数

博物館や野外での看板の説明については、次のような経験則が知られています(例えば、原・福野, 2004; 木下, 2009)。①立ったまま集中して読めるのは150字程度、長くても200字程度に抑えるのがよい。②簡単な解説は200字程度、こみいった内容でも400字程度に抑える。一文中の文字数は、30字程度(25～50字)がよい。前回の情報展の観察では、多くの見学者が一枚のパネルの前に滞在して見学する時間は、20～40秒台でした(第3図)。つまり、この程度の時間で理解できる展示をつくる必要があります。この時間の中に、図や写真も見て文字も読むとしたら、やはり多くても400字程度の文字しか読めないでしょう。そのため、つい詳しく説明したくなりますが、パネルに載せる説明はぐっと抑えて、文字数を少なくしました。一つの話の説明は、なるべく200字以下に抑えて、長くても400字を超えないように心がけました。



第1図 展示の様子。



第2図 仙台駅前の高層ビルから望む蔵王火山。右側奥の一番高いピークが蔵王火山の最高峰である熊野岳(1841m)。2013年9月撮影。

3. 絵は大変有効—写真と絵(スケッチ)のよる展示

火山は美しい景観をつくり、ひとたび噴火するとその迫力は大変なものです。そのため、それらの綺麗な写真はパネル展示の目玉となります。しかし、最近は、広告やネット上で綺麗な写真が溢れているので、少々の写真では人を引き付けられません。そのため、なるべく美しく迫力があ

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード：蔵王火山, 活火山, 展示, 実験, 滞在時間

る写真を集めるよう心がけました。ただ、迫力がありかつ使用できる写真を探すのはなかなか難しいのも事実です。そのため妥協した点多々あります。しかし、色が悪い、露出が適切でない、ぶれているなどの写真の使用はさげました。

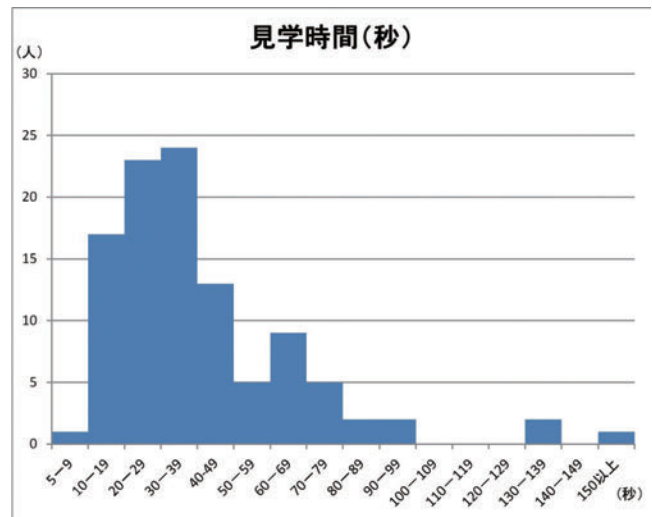
一方、絵（スケッチ）は、写真と比べて迫力さに大きくかけてしまうところがあります。しかし、2008年に秋田で開催された情報展で、鳥海山の江戸時代の噴火を記した絵を展示したところ、これが意外にも好評でした（及川ほか、2009）。初めは興味なさげに見学していた人も、絵のところはじっくりと足を止め見学していたのです。研究者としては、より客観的な写真による展示のほうが好ましいと思っていたので、この結果は意外でした。そこで今回の情報展でも、蔵王山の明治の噴火のスケッチもパネルに展示しました。仙台でも同様に、足を止めてスケッチを見る見学者が少なからずおりましたので、一般的に写真による表現（展示）に比べ、絵（スケッチ）のほうがより訴えるものが大きいのでしょうか？ これは興味深いところです。

4. 簡単な実験コーナーの併設－パネルの前に足を止めてもらう

文字や写真だけの展示だと、大人にも子供にもなかなか足を止めてもらえません。強く興味を持った人にしか足を止めてもらえないのが現実です。しかし、ちょっと手で触れることのできるもの、自分が参加できるものがあると多くの人に足を止めてもらえます。そこで、パネルの前に簡単な実験コーナーを併設しました。今回設置した“ミニ”実験コーナーは、水に軽石を浮かす実験です。この“ミニ”実験コーナーは、2007、2008年の情報展と繰り返し実施しており（及川ほか、2009）、簡単な割に効果が絶大です。解説者が付きっきりでなくても見学者が自主的に行えることが魅力です。ただ、周りが濡れないよう水の始末は必要です。

5. 触れる標本－実物の魅力

いくら綺麗で迫力のある写真や絵を集めても、実物の迫力にはかないません。そのため、手標本サイズの触れる標本をパネルの前に展示しました。実際に感触を確かめるといのは、五感に訴え印象に残ります。そのため、多少乱



第3図 見学者が一枚のパネルの前に立ち止まる時間のヒストグラム。のべ104名を「地質情報展2012 おおさか」の展示時に観察。5秒以下しか立ち止まらない見学者は、計測していない。

暴に扱っても壊れないような岩石や火山弾を展示しました。会場では、これらの展示物を実際に触りながら、親子の会話が弾んでいるのが、けっこう見られましたので、触れる実物標本の魅力は大きいでしょう。

文 献

- 原 礼子・福野明子（2004）博物館におけるリサーチ・ライティングについて。国立民族学博物館調査報告，no. 49，83-92。
- 木下周一（2009）ミュージアムの学びをデザインする－展示グラフィック&学習ツール制作読本。ぎょうせい，東京，228p。
- 中野 俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川邊禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚 治・山元孝広・岸本清行（2013）日本の火山（第3版）。産業技術総合研究所地質調査総合センター，29p., 1 sheet。
- 及川輝樹・古川竜太・下司信夫（2009）地質情報展2008 あきた秋田の活火山－火山その噴火の驚異とめぐみ－。地質ニュース，no. 658，25-26。

OIKAWA Teruki and NISHIKI Kuniaki (2014) How to create exhibition to attract visitors. Report of “Volcanoes in Tohoku Japan (NE Japan)” and “Zao Volcano” in the Geoscience Exhibition in Miyagi 2013.

（受付：2013年11月15日）

地質情報展 2013 みやぎ 展示と解説のコーナー 津波堆積物に関する展示報告

澤井祐紀^{1), 3)}・谷川晃一郎¹⁾・松本 弾¹⁾・田村 亨²⁾・池原 研²⁾

仙台市科学館で行われた「地質情報展2013みやぎ」において、津波堆積物に関するパネル展示を行いました。展示内容は、「西暦869年貞観津波の痕跡」「世界各地の津波堆積物」「仙台平野における津波堆積物の調査地点」「海底に残された津波の痕跡—浅海から深海まで—」「海底に残された津波の痕跡—仙台湾での調査—」の5点です。パネルを作成する際には、説明文はなるべく短くし、図の構成も単純化するように心がけました。陸上における貞観津波の痕跡に関するパネルには、2013年3月に作製したばかりのはぎ取り標本も並べて展示しました（写真1）。

当日は、2011年東北地方太平洋沖地震による津波で被災された方にも来ていただきました。そのなかの多くは、新聞報道などで貞観津波に関する研究をご存じのようでした。しかしながら、実際に堆積物の実物標本をご覧になったことがあるという方は少なく、平安時代の津波の痕跡がしっかりと残っていることに驚き、そうした地層の保存方法について興味深く話を聞いてくださいました。最も多かった質問は、「はぎ取り標本の砂層がどうして津波堆積物だとわかるのか」という本質的かつ専門的なものでした。それに対し、砂層の中に海の生物の化石が含まれていること、砂層の形成年代が古文書の津波記録と一致すること、そうした調査を広い範囲で行う必要があることを説明し、納得していただきました。また、過去の津波堆積物の調査地域が太平洋側に偏っており、日本海側での調査はどうなっているのかという指摘も受けました。こうした質問を一般の方々からいただく背景の一つとして、この数年において自治体が積極的に津波堆積物の調査を行うようになったことが大きいと思いました。さらに、今回の展示では、陸上だけでなく海で行った津波堆積物調査に関するパネルも展示しました（写真2）が、そちらには仙台湾の漁師の方にも来ていただき、津波に関する情報を教えていただく機会もありました。

今回の会場は、2011年に大きな被害を受けた場所であり、津波堆積物調査についての展示をどのように受け止めていただけるか、不安な部分がありました。しかしながら、

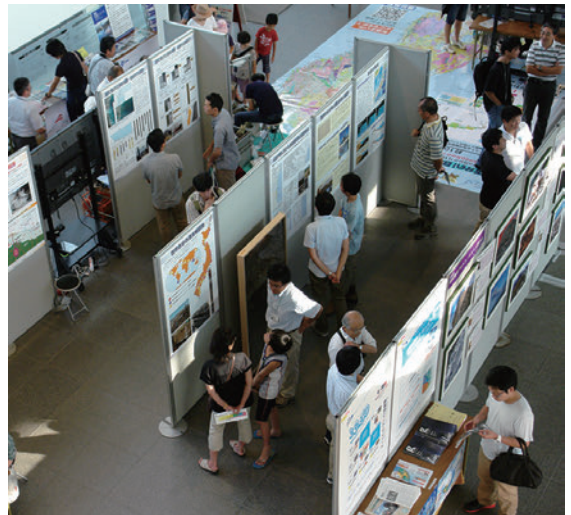


写真1 津波堆積物に関する展示の様子（写真撮影：川畑 晶氏）。

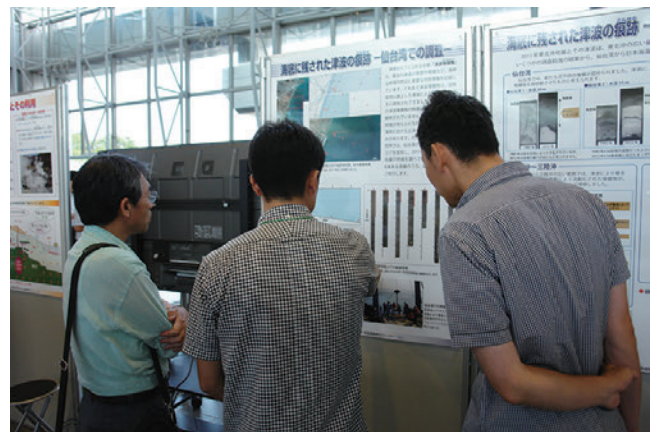


写真2 時には専門的な質問もいただきました（写真撮影：川畑 晶氏）。

当日は、研究の内容について冷静かつ熱心に耳を傾けていただき、今後の調査について多くの方々に励ましていただきました。展示の反省点としては、はぎ取り標本の展示場所がパネルに囲まれており、時間によっては標本が見にくくなってしまったことです。今後の展示では、ライトアップなどを工夫していきたいと考えています。

SAWAI Yuki, TANIGAWA Koichiro, MATSUMOTO Dan, TAMURA Toru and IKEHARA Ken (2014) Report on exhibition of tsunami deposits in the Geoscience Exhibition in Miyagi 2013.

（受付：2013年11月18日）

1) 産総研 活断層・地震研究センター
2) 産総研 地質情報研究部門
3) 産総研 地質標本館

キーワード：2011年東北地方太平洋沖地震、津波堆積物、展示

地質情報展 2013 みやぎ 展示と解説のコーナー 「ボーリング孔内のカメラによる観察」 出展報告

国松 直¹⁾・(株)ボア²⁾

1. はじめに

地質情報展 2013 みやぎに「ボーリング孔内のカメラによる観察」として、ポスターおよび機器展示を行った。

情報展へは初めての出展であるが、地質調査の一手法の紹介として、昨年度(株)ボアと開発したボアホールスキャン装置のプロープ展示および旧装置によるカメラ画像撮影の操作体験を企画・実施した。

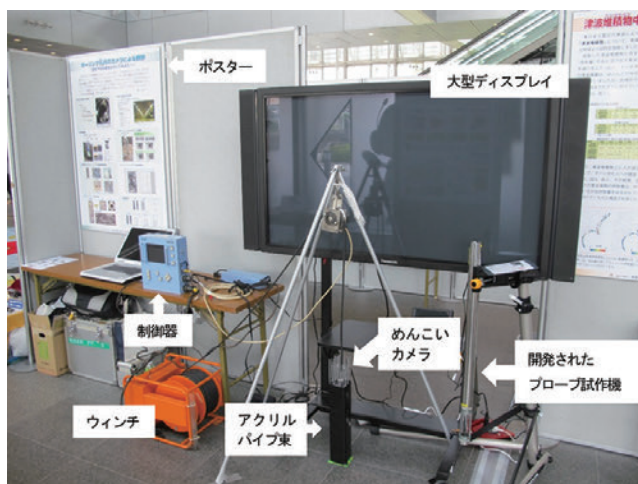
展示は「地質とふれあう」に分類されている。展示ブースには大型ディスプレイ(会場所有設備)、ポスター、φ(口径)23mmの通称「めんこいカメラ」および経産省サポーターインダストリー事業(平成23年度補正予算)で開発したプロープを準備した。

展示ブースのポスター、機材類の配置状況を第1図に示す。

2. ポスター

ポスターの内容については、身近な岩盤構造物の利用として、スーパーカミオカンデの掘削時の写真、岩盤地下石油備蓄基地の巨大な空洞写真を示し、地質の事前調査の重要性を理解してもらうことから説明を始めた。

次に、地質調査の概要、その中のボーリング調査を説明し、ボーリング孔(ボアホール)を利用した調査方法の一



第1図 「ボーリング孔内のカメラによる観察」展示状況。

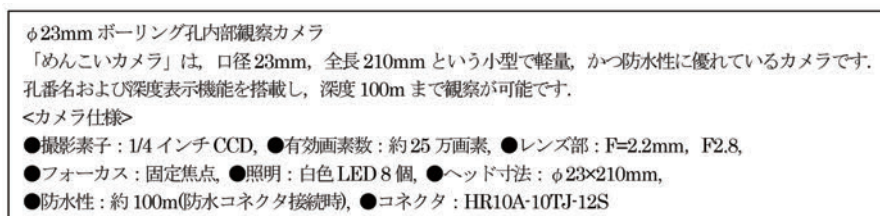
つとしてボアホールカメラの利用を紹介した。

続いて、カメラで撮影された画像のデータ処理によるボーリング孔の壁面の展開画像、パソコン処理によるコア状画像を示した後に、亀裂解析、亀裂方向分布等の図面を示し、その意味、利用方法を説明する流れとした。

3. 展示内容

3.1 「めんこいカメラ」を用いた操作体験

子どもに興味を持ってもらえるように、φ23mmの「めんこいカメラ」(第2図)を持ち込み、カメラが入るアク



第2図 「めんこいカメラ」概要、仕様と外観。

1) 産総研 地圏資源環境研究部門

2) 〒989-5401 宮城県栗原市鶯沢袋島巡 51-1

キーワード: 地質調査, ボーリング, カメラ, 孔内観察

リルパイプを数本用意した。パイプの外部に岩盤に見られる模様を印刷した紙を貼り付け、カメラ挿入による画像を大型ディスプレイで映し出すことを企画した。また、撮影画像を印刷してプレゼントすることも考えたが、思ったほど模様にインパクトがなかったため、大型ディスプレイには、過去に撮影した実岩盤内の画像を再生して見学者にアピールした。

また、カメラにより撮影された子どもの顔を大型ディスプレイに映し出すなどして、子どもの関心を引くよう苦心しながら臨機応変に対応を行った。

3.2 開発したプローブ試作機の展示

(株)ボアと共同開発したプローブを展示し、構造を解説した。またパソコンにより、解析後の孔壁展開画像を表示し、画像の鮮明さ、亀裂の見え方を解説した。

社会基盤技術として位置づけられる地質調査としてのボーリングによる調査結果は、基礎地盤の評価、地下岩盤構造物の安定性・安全性評価のための基礎データとして重要であるが、現状のボーリングコア観察の問題点として、

- ・コア採取不能箇所が存在／コアの亀裂、走向傾斜等の方位情報欠如 など

が指摘されている。

そのため、ボーリング孔内の層・亀裂等を精密で安価に解析するためのボアホールスキャン装置が求められている。しかし、従来装置には以下の問題点と普及の課題があり、一般に利用される状況にはない。

- ・細いボアホールの中に吊下げワイヤと信号ケーブルを合成した太いケーブルを通して地上で操作・制御
- ・長い信号ケーブルによる画像の劣化
- ・深さは繰出し滑車の回転から取るので不正確
- ・三次元情報はない
- ・ケーブル事故の危険が高い
- ・1000万円以上と高価であり、大規模地質調査でしか使用できない

プローブ試作機を含むボアホールスキャン装置は以上の問題点を考慮して開発された。その仕様および外観を第3図に示す。

安価なボアホールスキャン装置の開発により、以下のよ

プローブの仕様 (型番 DBSP-01)

展開画像水平分解能	1184 pixel/line
展開画像垂直分解能	0.22 mm/line
展開画像出力速度	60 line/sec
磁気センサー	-8~8 G. 分解能5 mG (G:ガウス)
ビデオ出力(動作確認用)	NTSC信号規格に準拠
タイマー(ON/OFF)	最大2.5時間の設定が可能(10分刻み)
LED照明	白色、自動照光、対応可能な最大孔径φ115mm
データ記録媒体	USB2.0規格に準拠 市販USBメモリ
展開画像ファイルフォーマット	RGB各8bit-BMPファイル、USBメモリに自動記録
バッテリー	連続動作6時間、充電(13V/3A)、約2時間
材質	非磁性ステンレス、アクリル
耐水圧	10.5 MPa (約1100 m水深の水圧)
寸法	外径:50.8 mm、長さ:965 mm
質量	5.5 kg

備考 プローブ動作中、電動ウィンチの昇降速度を約1.5~2.0m/分に設定する。



第3図 ボアホールスキャン装置の仕様と外観。

うな今後の展開、展望、課題が挙げられる。

- ボアホールスキャナによるボーリング孔壁の観察の普及
- ボアホールスキャナによるボーリング孔壁の観察の地質調査業務としての位置づけ
- コア観察と画像観察の比較による画像観察の高度化
- 画像観察による解析技術の高度化と標準化
- 画像電子ファイルのあり方
- 画像電子ファイルの保存方法
- 画像電子ファイルの地質情報基盤化

4. おわりに

事務局で実施したアンケート結果（おもしろかった展示物）では、中より少し下という順位で、まだまだ展示の仕方、展示の内容について改善すべき点が多々あると感じている。

KUNIMATSU Sunao, Cooperation BOA Co. Ltd (2014) An exhibition report of the observation with the camera in the borehole in "Geoscience Exhibition in Miyagi 2013".

(受付：2013年11月15日)

地質情報展 2013 みやぎ 展示と解説のコーナー 「再生可能エネルギー」ブース報告

水垣桂子¹⁾・吉岡真弓¹⁾・佐脇貴幸¹⁾・柳澤教雄¹⁾

地質情報展 2013 みやぎ—大地を知って明日を生かす— (2013年9月14日～16日)では、「再生可能エネルギー」として「地熱資源とその利用」「地中熱利用システム」を出展しました(写真1)。説明パネルのほか、2012年の産総研一般公開から実施している地熱利用ゲーム(GSJ地質ニュース, vol. 2, p. 51-52)と、2013年の一般公開から登場したペーパークラフト配布を行いました(写真2)。主にこのゲームとペーパークラフトについて簡単に紹介します。いずれも地熱利用の多様性とカスケード(多段階)利用を紹介する目的で作成しました。

ゲームのプレイヤー(主にお子さん)は地熱開発会社の社長という設定で、まず掘削に見立てて温度シールを1枚くじ引きします。その温度の熱水を掘り当てたとして、会社の事業としての使い方を、ゲーム用紙にあるイラストから選びます。その際、引き当てた温度に適した用途やカスケード利用について説明し、複数選択してもらいます。イラストが描かれているのはA4用紙に半分程度で、残り半分と裏面には地熱資源の概要や地熱発電のしくみなどについて簡単に図解してあり、持ち帰ってゆっくり読んでいただけます。また、ゲームをしなくても資料としてお持ち帰りいただけます。会場ではわかりやすいように「温泉掘りゲームしませんか」と呼び込み、またテーブルを出して地層模様のくじ引き箱などを置いたので「これ何?」と寄ってくるお子さんも多く、なかなか繁盛しました。なかには2回、3回と遊び回りピーターや、2日続けて来てくれたお子さんもいました。今回の地質情報展で配布したゲーム用紙は255枚で、うち資料としてお渡ししたのは10枚程度です。

ペーパークラフトはカスケード利用を階段状に表現したもので、最上段に火山と地熱発電所、そして使用後の熱水(熱交換などは省略)を料理、食品加工、お風呂、温室、養殖、と温度順に並べて、下段ほど低温用途となっています。階段状にしたことで、火山の地下のマグマやそれを熱源とする熱水だまりが表現でき、また水の流れ落ちる方向と温度の下がる方向が一致するので「カスケード」の概念がわか

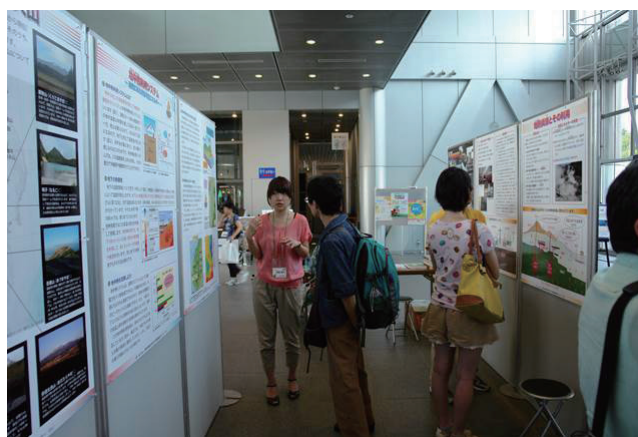


写真1 パネル展示の様子。



写真2 地熱利用ゲームの様子とペーパークラフト。

りやすいかと思います。これはA4用紙に印刷して、持ち帰って組み立てていただけます。配布数は263枚でした。

地熱発電や地中熱の知名度は以前より上がったものの、まだ知らない人も多く見受けられます。特に直接利用は身近な用途が多いので、有効な使い方を知るだけでも、温泉業者が容易に導入できるなど、今後の利用がより進む可能性が十分にあります。他機関にも同様の活動呼びかけたり、そのための素材を提供したり情報交換したりする目的で、学会発表も行っています。

MIZUGAKI Keiko, YOSHIOKA Mayumi, SAWAKI Takayuki and YANAGISAWA Norio (2014) A section for renewable energy in "Geoscience Exhibition in Miyagi 2013"

(受付:2013年11月28日)

1) 産総研 地圏資源環境研究部門

キーワード: 再生可能エネルギー, 地熱, 地中熱, ゲーム, ペーパークラフト, 地質情報展, みやぎ, 仙台

誕生石の鉱物科学

— 1月 ガーネット —

奥山康子¹⁾

1月の誕生石は、ガーネットです（第1図）。ガーネットの和名はざくろ石。割り開いたざくろの実のように（第2図）赤いつぶつぶした透明感のある結晶が、多くの人のイメージするガーネットではないでしょうか。1月は冬の盛り。無彩色の風景が広がる季節です。そんな季節にポツンとともった灯りのような赤い宝石を想うと、心の中にほっとした温かみが広がります。

ガーネットはある種の花崗岩や各種の変成岩に、広く産出します。とくに変成岩では、2大勢力である変成堆積岩にも苦鉄質変成岩にも分け隔てなく出てきます。地殻内の岩石だけではなく、マントル直送のマグマが運んできたマントル捕獲岩、特にキンバレー岩にともなうかんらん岩捕獲岩にもたくさん産出します。宝石利用されるガーネットは、こういった起源をもちます。

ガーネットの化学組成は、Xを2価の、Yを3価の陽イオンとして一般式 $X_3Y_2Si_3O_{12}$ で記述されます。古典的な赤い宝石になるものでは、XはFe・Mg・Mn、YはAlで決まりと言って差し支えありません。XがCaであるガーネットにも美しい赤色のバラエティー「ヘッソナイト」がありますが、赤と言っても色調が相当に異なります。宝石「ガーネット」を鉱物学的に表現すれば、Fe端成分のアルマンディン ($Fe_3Al_2Si_3O_{12}$)、Mg端成分のパイロープ ($Mg_3Al_2Si_3O_{12}$)、そしてMn端成分のスペッサルティン ($Mn_3Al_2Si_3O_{12}$) の固溶体、すなわち $(Fe,Mg,Mn)_3Al_2Si_3O_{12}$

ということになります。この固溶体を、英名を適度にミックスしてパイラルスパイトと呼ぶこともあります。

地球科学の世界のFe-Mg-Mnガーネットは、岩石の形成時の温度や圧力などの条件を復元する際に、大変役に立つ鉱物です。変成条件を求める地質温度・圧力計には、よく知られる黒雲母とのFe-Mg分配を用いた地質温度計（中村，1996）をはじめ、ガーネットを利用するものが多数あります。鉱物の熱力学パラメータが充実して、現在は特定の地質温度・圧力計によらずとも、多成分系鉱物間平衡を計算することで岩石の形成条件を求めることができるようになりましたが、それでも対象とする岩石にガーネットが入っていると安心感（？）が違います。ガーネットは非常によく研究されていて、熱力学的特性についてもあいまいさが少ないからです。

変成岩では、岩石が地中でたどった履歴を追跡する際にも、ガーネットが大活躍します。ガーネットは変成岩の中でしばしば大型の結晶（斑状変晶）になり（第3図）、その内部にいろいろな鉱物を包み込んでいます（包有鉱物）。包有鉱物は大きなガーネットを取り巻く岩石基質の鉱物であることが多いのですが、時にはガーネットの成長途上では共にあったがその後不安定になって、最終的に岩石から消失してしまった鉱物が包み込まれて残っていることもあります。第4図は、黒雲母片麻岩に含まれる大型のガーネット結晶の内部組織です。中央にあるのが十字石という鉱物で、ガー



第1図 古典的な赤いガーネットをあしらったペンダント・トップ。左右2 cm。



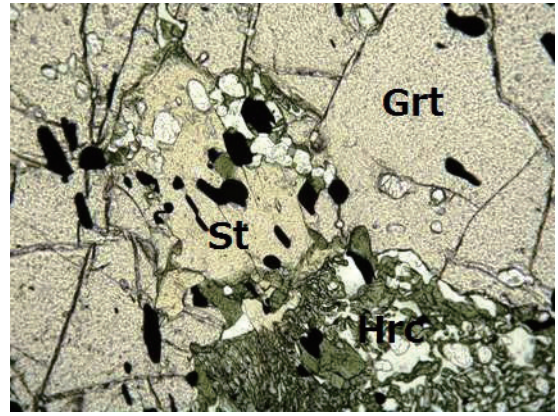
第2図 ざくろの実（部分）。画面横幅約8 cm。

1) 産総研 地圏資源環境研究部門

キーワード：宝石，誕生石，鉱物科学，ガーネット，ざくろ，変成岩，アルマンディン，赤



第3図 黒雲母片岩中のガーネット。米国アラスカ州産。画面横幅約5cm。アルマンディン成分に富むFe-Mg-Mnガーネット。



第4図 珪線石-ガーネット-黒雲母片麻岩のガーネット(Grt)に包み込まれた十字石(St)。画面下方の暗色虫食い状鉱物は、鉄スピネル(Hrc)。福島県古殿町産。画面横幅が約3mm。

ネットに取り込まれています。この鉱物は、現在の片麻岩には包有鉱物としてしか残っていません。変成岩の温度が上がることで分解してしまった、ガーネットの原料であったと考えられています。こういった包有鉱物を丹念に調べることで、変成岩の鉱物組み合わせの履歴、すなわち温度・圧力条件の時間的変化を知ることができるのです。

このようにガーネットは変成岩研究者の友であり、力強い味方です。ガーネットは変成作用の圧力が高いほどできやすい傾向があり、私が研究してきた花崗岩の周りの接触変成岩や低圧高温型の広域変成岩にはあまり広く出現してくれません。研究者としては、最も変成温度の高い部分に出る(心情的には、出ていただいた)なけなしのガーネットに、ずいぶんと助けてもらいました。

ガーネットは、変成岩をはじめとする岩石に広く出現するので、宝石鉱物でありながら野外で出会う可能性が比較的高いと言うこともできます。宝石として使えないまでも、ポツンと赤く、カットストーンのように整った自形をなすことが多いガーネットは、見つけた時にそれだけで何となく嬉しくなってしまいます。

宝石となるFe-Mg-Mnガーネットの特徴的な赤色は、主にFe端成分アルマンディンによります。裏返せば、他2種類の端成分ガーネットは赤ではないということです。端成分組成のパイロープは高压実験で合成できますが、それには色がありません。パイロープは典型元素のみから成るので、あまたの鉱物発色機構の出番はありません。一方Mn端成分に近いガーネットは、赤ではなく明るいオレンジ色になることが知られています(第5図)。2価のマンガン・イオンといえば、バラ輝石 $MnSiO_3$ や炭酸塩鉱物である菱マンガン鉱 $MnCO_3$ のピンク色が思い浮かぶかもしれませんが、鉱物の構造次第ではオレンジ色を発する場合があるので。スペッサルティンと並ぶ例としては、日本人が発見した鉱物である南部石 $(Li,Na)Mn_4^{2+}Si_5O_{14}(OH)$



第5図 水晶結晶面上に点在して産するスペッサルティン(オレンジ色)。中国産。画面横幅約4cm。

をあげることができます(画像の例：<http://www.mindat.org/min-2835.html> 2013/12/02 確認)。

鉱物としてのガーネット全体では、一般式 $X_3Y_2Si_3O_{12}$ のXとYに入る元素がもっと多様になるだけではなく、Siまでが別の成分で部分的に置き換えられることもあります。端成分としては、全部で20種以上が知られ、結構多様です。宝石利用される物も少なくなく、普通は遷移元素を含むため色石となるのですが、ではどういった色を呈するのかと言われると…ピュアな青色を除き文字通り色々様々なのです。本が1冊書けるくらいです！(奥山, 2007)。

文献

- 中村大輔(1996) ザクロ石-黒雲母温度計について—三波川変成岩と大文字接触変成岩への適用とその評価—。岩鉱, 91, 165-176。
- 奥山康子(2007) 青いガーネットの秘密。誠文堂新光社, 東京, 235p。

OKUYAMA Yasuko (2014) Mineralogical science of birthstones — January: Garnet —.

(受付:2013年12月2日)

GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 利光誠一
副委員長 金井 豊
委員 佐藤隆司
杉原光彦
中嶋 健
七山 太
森尻理恵
牧本 博
渡辺真人
宮内 涉

デザイン
レイアウト 菅家亜希子

1月号
編集担当 澤井祐紀

事務局

独立行政法人 産業技術総合研究所
地質標本館

TEL : 029-861-3687

E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

<http://www.gsj.jp/publications/gcn/index.html>

GSJ 地質ニュース 第3巻 第1号
平成26年1月15日 発行

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
つくば中央第7

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

印刷所 朝日印刷株式会社

© 2014 産総研 地質調査総合センター
<http://www.gsj.jp>

GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor: Seiichi Toshimitsu
Deputy Chief Editor: Yutaka Kanai
Editors: Takashi Satoh
Mituhiko Sugihara
Takeshi Nakajima
Futoshi Nanayama
Rie Morijiri
Hiroshi Makimoto
Mahito Watanabe
Wataru Miyauchi

Design &
Layout Akiko Kanke

editorial
staff Yuki Sawai

Secretariat
National Institute of Advanced Industrial
Science and Technology
Geological Survey of Japan
Geological Museum
Tel : +81-29-861-3687
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ Chishitsu News Vol. 3 No. 1
Jan. 15, 2014

National Institute of Advanced Industrial
Science and Technology
Geological Survey of Japan
AIST Tsukuba Central 7, 1-1, Higashi 1-chome
Tsukuba, Ibaraki 305-8567 Japan

All rights reserved

Asahi Printing Co., Ltd

© 2014 Geological Survey of Japan, AIST
<http://www.gsj.jp>

