

# GSJ 地質ニュース

GSJ CHISHITSU NEWS

～地球をよく知り、地球と共生する～

2012

8

Vol. 1 No. 8



この写真はGSJ地質ニュースへの掲載に限って使用許諾を受けており、CC-BYの対象外です。©2012 Asako Saito

## 口絵

---

かんらん石さまざま	青木正博	225 ~ 226
地質情報展 2012 おおさか ポスター	地質標本館	227
地質標本館 夏の特別展 ポスター	地質標本館	228

---

トルコ中部アナトリアの火山観光 (その2)	須藤 茂	229 ~ 236
野外調査におけるデジタル入力の可能性と期待	吉川敏之・巖谷敏光	237 ~ 243
誕生石の鉱物科学 — 8月 ペリドット —	奥山康子	244 ~ 246
シームレス地質図でたどる幸田文『崩れ』(第1回)	森尻理恵・中川 充・斎藤 真	247 ~ 249

## 新刊紹介

地球惑星科学入門	七山 太	250
----------	------	-----

## 連載企画

露頭の風景 写真家の視点/地質屋の視点	斉藤麻子/及川輝樹	251
---------------------	-----------	-----

## ニュースレター

---

ネパール自然科学研究所 (NINS) からの来訪	利光誠一・渡辺真人・下川浩一 中澤 努・高橋 浩	252
香港ジオパークと地質標本館を結ぶインターネット授業	利光誠一・渡辺真人・青木正博	253
第23回 自分で作ろう!! 化石レプリカ “ウミサソリ”	吉田清香・利光誠一・坂野靖行 兼子尚知・奥脇 亮・猪瀬弘瑛	254 ~ 255
平成24年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 (科学技術賞・開発部門) を受賞	活断層・地震研究センター	256

スケジュール / 編集後記

---

## 表紙説明

富津市金谷の露頭 (斉藤 麻子氏撮影) :

三浦層群稲子沢層からなる露頭の写真。金谷周辺、鋸山麓の海岸には三浦層群中に挟まる火砕岩鍵層がよく観察できる。  
(詳しくは 251 ページへ)

## Cover Page

Exposure in Kanaya at Futsu City, Boso peninsula, Japan (Photo by Asako Saito)

---



# かんらん石さまざま

<青木正博<sup>1)</sup>>

かんらん石は  $\text{SiO}_4$  を構造単位として含むネソ珪酸塩鉱物で、このグループには、苦土かんらん石 ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ )、鉄かんらん石 ( $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ )、テフロ石 ( $\text{Mn}_2\text{SiO}_4$ )、モンチセリかんらん石 ( $\text{CaMgSiO}_4$ ) が含まれる。このうち、テフロ石はマンガン鉱床に、モンチセリかんらん石は高温のスカルンに産出が限定され、造岩鉱物としては、苦土かんらん石-鉄かんらん石の固溶体が重要である。このシリーズではマグネシウムは連続的に鉄と置き換わり、鉄の含有率が高まるにつれて、淡緑色、黄褐色、暗褐色、黒色へと変化する。苦土かんらん石は、マントルをつくるかんらん岩 (写真 1, 2) の主成分として、石鉄隕石 (写真 3) 中で鉄ニッケル合金に包まれて、斑レイ岩や玄武岩など塩基性火山岩 (写真 4) の初期生成鉱物として、また苦灰岩の接触

変成鉱物 (写真 5) として産出する。鉄含有率が低く透明度の高い苦土かんらん石の粗粒なものは、宝石 (ペリドット) として価値をもつ (8 月の誕生石の一つにもなっており、p. 244-246 に関連記事)。

かんらん岩は、地下深部で水と反応すると蛇紋石族鉱物 ( $\text{Mg,Fe})_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$  に変化して密度を減じながら大規模な構造帯にそって上昇する。地表に現れたかんらん岩体は、程度の差こそあれ蛇紋岩化しており、そのひび割れの中には、しばしばカルシウム・マグネシウムの炭酸塩鉱物やクリソタイル (蛇紋石の一種) が生成している (写真 6)。マントルでは美しい草緑色だったかんらん岩であるが、長期間大気にさらされているうちに亀裂にそって鉄の酸化が進み褐色に変わっていく。



写真 1 大規模貫入岩体をつくるかんらん岩。  
苦土かんらん石を主とし、斜方輝石、単斜輝石とスピネルを伴うかんらん岩。北海道様似郡様似町幌満産。個人蔵。  
写真横幅 4 cm。



写真 2 マントル捕獲岩。  
玄武岩マグマに取り込まれて地下深部から地表にもたらされたかんらん岩。かんらん石はきわめて新鮮で透明度も高く、宝石として活用されている。米国アリゾナ州ペリドット産。地質標本館標本 GJM40444。標本横幅 8 cm。

1) 産総研 地質標本館

AOKI Masahiro (2012) Olivine—its origin appearance and alternation.



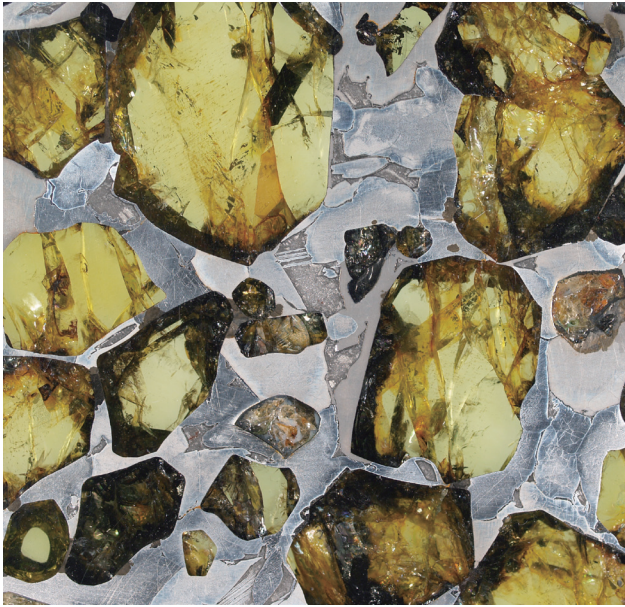


写真3 石鉄隕石（パラサイト）。  
苦土かんらん石の大型結晶（黄緑色透明）が鉄ニッケル合金の基質（反射光ではグレーに見える）中に含まれているもの。地球型惑星の下部マントルと外核の境界付近に存在すると考えられている岩石。地質標本館標本 GSJ R78254。写真横幅 5 cm。

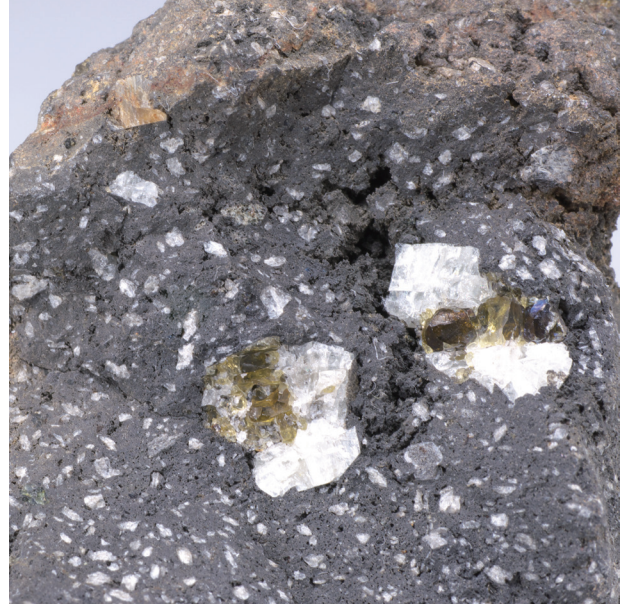


写真4 玄武岩中の苦土かんらん石。  
玄武岩溶岩の灰長石斑晶に包有される黄褐色のかんらん石結晶。北海道白老郡白老町倶多楽火山産。個人蔵。写真横幅 5 cm。



写真5 苦土かんらん石の大型自形結晶。  
苦灰石スカルンに生成されたもの。大型で透明度も高い。パキスタン コヒスタン産。地質標本館標本 GSJ M33057。写真横幅 2 cm。

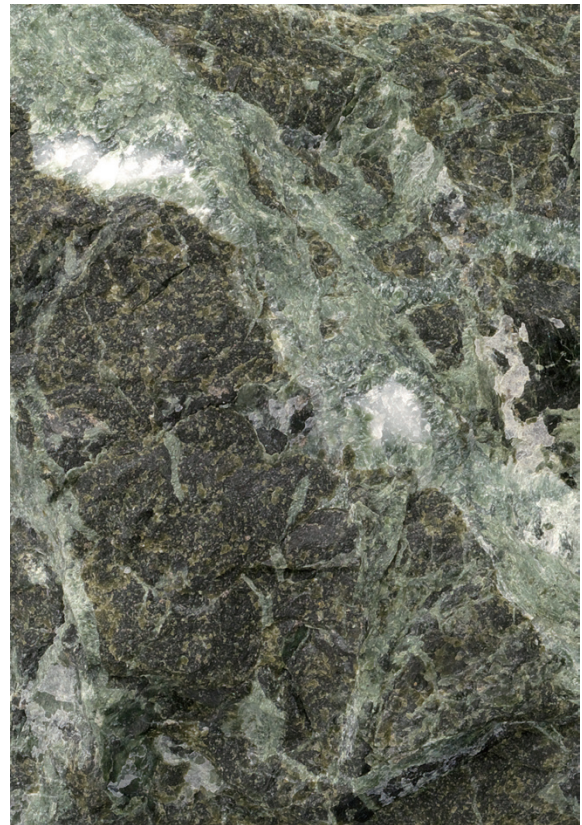


写真6 蛇紋岩。  
かんらん石のほとんどが蛇紋石に変わるとともに、そのクラックに沿って炭酸塩鉱物を生じている。色彩的コントラストが美しく、ビルの内装用石材として利用されている。埼玉県秩父郡金崎産。地質標本館未登録標本。標本横幅 5 cm。



# 地質情報展2012 過去から 大地のしくみ おおさか

2012年 9月

15<sup>土</sup> 16<sup>日</sup> 17<sup>祝</sup>

15日 13:00~17:00  
16日 9:30~17:00  
17日 9:30~16:00

**入場無料**

大阪市立自然史博物館（常設展・特別展）・長居植物園へ  
入場される場合は、別途入場料が必要となります。

会場：大阪市東住吉区长居公園  
大阪市立自然史博物館・  
花と緑と自然の情報センター

主催：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・一般社団法人日本地質学会・  
大阪市立自然史博物館

特別協力：長居パークセンター

後援：大阪市教育委員会・堺市教育委員会・大阪府・大阪市・堺市・NHK大阪放送局・  
毎日新聞社・読売新聞大阪本社・朝日新聞社・一般社団法人全国地質調査業協  
会連合会・関西地質調査業協会・日本ジオパークネットワーク

大阪および周辺地域の地質をはじめとして、最新の地質学の成果や地震・津波・地盤災害の起こるしくみをわかりやすく体験的に“展示・解説”します。小学校入学前のお子様からお年寄りまで、皆さんに楽しみながら「地質」を学んでいただけるイベントです。

また、さまざまな“体験学習コーナー”を用意しており、実験や実演を通じて地質学をわかりやすく学ぶことができます。

ぜひ、「地質情報展2012おおさか」にご来場ください。

## 地学クイズに挑戦

化石のレプリカ作り

鳴り砂

液状化実験

石割体験

地盤による地震の  
揺れかたの違いを実験

マンガン団塊  
ひろい

津波発生実験


ポップアップカードを作ろう

### 【問い合わせ】

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 地質情報展開催事務局  
E-mail: johoten2012jimu-ml@aist.go.jp / TEL: 029-861-3836  
URL: <http://www.gsj.jp/event/2012fy-event/osaka2012/index.html>



「地質情報展 2012 おおさか 過去から学ぼう 大地のしくみ」は、平成24年度科学研究費補助金研究成果公開促進費補助事業です。



地質標本館夏の特別展

# ミクロな化石で 地球を探る

— 微化石と地質調査 —

開催期間：2012年  
7月18日(水) – 9月30日(日)

協力：国立科学博物館  
後援：ジオネットワークつくば

**【地質標本館普及講演会】**  
**「放散虫が紡ぐ日本列島の物語」**  
日時：7月21日(土)  
11:00~12:00  
会場：地質標本館 映像室  
講演者：脇田 浩二  
(地質情報研究部門 副研究部門長)

開催場所：地質標本館  
開館時間：9:30 - 16:30  
入館料：無料  
茨城県つくば市東1-1-1

【問い合わせ】  
地質標本館 企画運営グループ  
029-861-3754  
<http://www.gsj.jp/Muse/>



# トルコ中部アナトリアの火山観光（その2）

須藤 茂<sup>1)</sup>

## 4. カップパドキア（その1）からの続き

本稿は2012年5月号に掲載された「トルコ中部アナトリアの火山観光（その1）」の後編です。本文に出てくる地名は5月号の第1図と第2図を参照してください。なお、図は5月号からの続き番号です。

### カップパドキアのまわり方

カップパドキアは世界的な観光地ですから、イスタンブールやアンカラなどから多くのツアーが組まれていますし、日本人の多くはむしろカップパドキア観光が組み込まれた日本からのツアーに参加するようです。個人旅行でカップパドキアに入る手もありますが、その場合でも現地に旅行社がありツアーに参加することができます。公共交通機関は、必ずしも観光客のためによく機能しているとは限らないので、効率的に回るためにはそのようなツアーが好まれているようです。

時間に余裕があるなら歩くのが一番です。谷底から台地の上まで、行ったり来たりすることができるのは徒歩です。そのようなハイキングツアーもあるようです。観光客のためにラクダも用意されていますが、十分に役に立つかどうかはわかりません。送り迎えの車があると便利です。植生が少ないので迷うことはありません。たぶん、地形が読めればの話ですが、今回は良い地形図は手に入りませんでし

たが、最近インターネットで簡単に見ることができるようになった衛星画像は役に立ちます。

タクシーもあります。筆者はホテルのフロントで前の日の晩に、タクシーを頼むにはどこへ行けばよいのか尋ねました。係員は「もちろんここです」と答えました。翌朝来た車はフロントガラスにひびの入った白タクでした。それでも用は足せました。ブラダ・ドゥルン、知っておくと便利なことばです。ストップ・ヒア、でも通じますが。

気球もあります。飛行場は遠いのですが、気球ならその辺の空き地から飛び立てます。ただし国際的な観光客目当てなので料金は高めです。ホテルに置いてあったパンフレットによれば、1時間で1人150ユーロとか、10人ほど乗るそうです。会社はたくさんあります。危ないのもあるそうです。危ない会社の見分け方は知りません。筆者は飛行未経験です。早朝飛びます（第24図）。さぞかし眺めはよいことでしょう。

### カップパドキアとその周辺の火山

カップパドキア周辺には、きのこ岩だけでなく、火山の見どころがたくさんあります。それらの中には一般的な観光ルートに近いものもあります。比較的大型の成層火山エルジェスダーとハッサンダー、単成火山群アジギョル・ネブシェヒルとカラプナルについて紹介します。



第24図 早朝飛び始める観光客を乗せた気球。



第25図 ウチヒサルから見たエルジェスダー。カップパドキア中心部の東方にそびえ、標高が3917mあるのでよく目立ちます。山頂部はよく侵食されていますが、山腹の側火山の地形は新鮮なものもあります。

1) 産総研 地質標本館

キーワード：トルコ、アナトリア、カップパドキア、ハッサン火山、エルジェス火山、ギョレメ、パムッカレ、カラハユト、クズルデレ、アジギョル



第 26 図 マールの堆積物。  
ネブシェヒル・アジギョルの堆積物です。  
火口は右側です。



第 27 図 マールの中の溶岩円頂丘。  
アジギョルの街の東の 6 階建ての建物のある平地を基準にすると、手前にいったん盛り上がり、ついでへこみます。これがマール内の斜面で、ブドウ畑になっています。そのへこみの中に安山岩の溶岩円頂丘 Keleci tepe (ケレジテペ, 1367m) ができています。そこから撮影した写真です。建物の向こうにはアジギョルがあり、その先に溶岩円頂丘 Guneydag tepe (ギュナイダーテペ, 1462m) があります。この辺は火山だけです。

エルジエスダーはカッパドキア中心部からもよく見ることができこの地方の最高峰です(第 25 図; 地質ニュース 679 号の口絵写真 7; 須藤, 2011a)。山頂には氷河があります。山腹にはスキー場があります。中腹から上は植生が少なく荒涼としています。筆者は試料採取のために訪問時の 11 月に中腹を一周しましたが、風をさえぎるものもなく、とても寒かったのを覚えています。複合成層火山であり、東麓は、より古い別の火山扱いです (Şen *et al.*, 2003)。さらにそれより古い約 3 百万年前には火砕流を噴出しました。この火砕流はカッパドキア中心部の東部にまで達しました。それとは別に現在の山体の位置にカルデラができました。何代目かの山体が現在のエルジエスダーです。多くの側火山があります。それらの一部の地形は非常に新鮮です。円錐状の小火山体、溶岩流とマール (Gençalioglu-Kuşcu *et al.*, 2007) があります。

ハッサンダー (標高 3268m) はアクサライの南にあり、東側を除くと平地に囲まれており、その山体はよく目立ちます (地質ニュース 679 号の口絵写真 5, 6)。周囲の平地にまで達する溶岩流が何枚も見られます。側火山もあります。側火山は北西側に比較的多く、山頂から約 10 km まで分布しており、そのうちの一つは山体が人工的に開析され、内部がよく露出しています。軽量骨材を採掘しているものと思われます。格好の研究対象と思われるが、筆者訪問時には、まだ採掘は行われていませんでした。現在の山体の中心付近に二重のカルデラがあると推定されてい

ます (Aydar and Gourgaud, 1998)。火砕流や降下軽石も噴出しています。それらも含めた古地磁気測定結果はすべて正帯磁であり (須藤, 2011b)、また放射年代値も新しく、近い将来噴火してもおかしくない火山です。北山腹に宿泊施設ができたようで、登山者がいます。筆者は山頂に登ったことはありません。山麓の溶岩流には溶岩堤防地形がよく残されており、植生も発達していません。麓で飼われている羊たちは、夏の間はハッサンダー火山の中腹に移動させられます。その間、飼い主たちも石積みの小さな小屋で過ごします。

アジギョル・ネブシェヒル単成火山群は分布範囲が広く、その北端はアクサライとネブシェヒルを結ぶ道路沿いにあるので、観光バスの車中からいくつかの小火山を見ることがもできます。注意していないと見落としします。アクサライとネブシェヒルの間にアジギョルという街があります。道路の北にも南にもずんぐりとした山が見えます。多くは溶岩円頂丘です。道路から直接は見えにくいのですが、少し南に入ると凹んだ地形も見えます。マールです。このアジギョル (苦い湖) と命名された凹地形内には 1966 年までは実際に湖がありました。マールの堆積物の一部が切り取られているところもあります (第 26 図)。軽量骨材として採取したものと思われます。道路の北にはマールの中に溶岩円頂丘ができたものもあります (第 27 図)。この辺の火山は流紋岩からなりますが、玄武岩や安山岩からなる火山もあります。その場合はシンダー・コーン、溶岩流か





第28図 チャタルテペの火山弾。  
玄武岩の火砕丘です。山頂部にはきれいな火山弾が転がっています。



第29図 チャタルテペ南の単成火山群。  
チャタルテペの中腹からは、多くの火砕丘、溶岩円頂丘、溶岩流などが見えます。中央はKabak tepe（カバクテペ、1576m）、遠方右はハッサンダー、左はタウルス山脈です。

マールです。シンダー・コーンの一つに登ってみると、山頂付近には大小のきれいな火山弾が転がっていました（第28図）。なお、この山、Chatal tepe（チャタルテペ；地質ニュース679号の口絵写真9）に南北方向のリニアメントを引いた論文もありますが、これは斜面の途中にできたコーンの一部が引き裂かれて溶岩が流下した跡で、構造的なりニアメントではありません。新旧様々な火山が連なる様は、眺めるだけならとても楽しい景色です（第29図）。

アジギョルとは苦い湖という意味です。アジギョルという名の湖はアナトリアにはたくさんあります。カッパドキア周辺だけでも3つあります。いずれも火口湖です。アジギョル・ネブシェヒル単成火山群中のアジギョルは、特定するためにネブシェヒル・アジギョルと呼ばれています。塩の湖はツズギョルと言います。カッパドキア西方のツズギョルはトルコ第2の湖であり、アンカラ-アクサライ間の道路の西に見えます。湖岸の塩を見るためには、場所を選ばなければなりません。そうでないと、灰色の塩の泥にはまります。筆者は、はまりました。道路脇に塩の工場がありました。そこではきれいな白い塩が採れていました。ただしこの工場はつぶれてしまったようです。この辺の土産物店では袋詰めにした塩を売っています。

カラプナルは、ハッサンダーの南西約70 kmの、海拔約1000 mの平坦地にある街で、この周辺にマールや溶岩円頂丘、溶岩流、シンダー・コーンなどを形づくる火山噴出物が分布しています。一部は主要道のすぐそばにあります（地質ニュース679号の口絵写真8）。玄武岩、安山岩が多いようです。また、ここからハッサンダーにかけての広い地域に、やや古い小火山体が多く分布しています。

単成火山群と思われます。その数は尋常ではありません。

結局、以上の火山を含めると、北東から南西方向に250～300 kmにわたって火山岩が分布していることになり、それらはまとめてCappadocian Volcanic Provinceと呼ばれることもあります。その中央部に分布する火砕流堆積物の年代は3～11 Maであり、このほかの主として複合火山体を作る活動は13.7 Maから現在まで各所で断続的に起きました。Toprak（2005）は、それらを19のユニットにまとめて示しました。火山体の総数はToprak（1998）によれば800以上でしたが、その後整理され548以上（Arcasoy, 2001；Toprak, 2005が引用した博士論文で、著者は未見）とされています。

カッパドキアも含めたトルコ全体の火山についての日本語の解説は宇井（1989）と松田（1990）にあります。

### カッパドキアの動物

カッパドキアの動物たちの主役は何といっても羊でしょう（第30図）。山でも平地でもおびただしい数の羊の群れと出会います。主たる動物性の食糧の提供者です。あるとき、MTAの研究者と一緒に食事をしたときに、皿に盛られた羊の脳味噌が出てきました。一瞬ためらいました。病気の話もあります。でも、食べました。柔らかく、塩味でした。味付けされたものか、オリジナルな味かはわかりませんでした。

ある山の中で、MTAの研究者が私にドッグ、ドッグと呼びかけました。犬は英語でドッグだ。それくらい知ってるよと不思議に思いました。それは注意喚起でした。犬の首には棘のある鉄の輪が巻かれていました。この犬は羊の



第30図 ハッサンダーの溶岩流の脇を歩く羊。  
ある日の夕方、現場で、飼い主から今晚のおかずに一頭買わないかと持ちかけられました。その時は冗談かと思いましたが、後で考えるとそうでもなかったようです。



第31図 パムッカレの見学用通路。  
現在は石灰棚の天然プールに入ることは禁止されています。見学者用通路は滑りやすかったり、ざらざらして裸足で歩くのには痛いところもあります。

護衛です。戦うべき相手はオオカミと羊泥棒の人間です。アンカラのお城の近くには、この特殊な首輪を含めた農業用鉄製品を作っているところがあります。

乾燥地帯でどうやって生きているのかと思う亀に出会いました。一匹は死んでいましたが、もう一匹は生きていました。しかもそれは火口の中です。ネブシェヒル・アジギョルでした。そこでは火口内の堆積物が泥炭化しており、自然発火して地中10cmで300℃以上という高温でしたが、体長約20cmの亀は悠然と歩いていました。この亀の甲羅の写真は、後に日本で玄武岩の柱状節理の説明資料に使用されることになりました(須藤, 2009)。

ロバは貴重な交通機関です。田舎では人や荷物を載せて移動する姿が見られますし、特に山では悪路も乗り越えます。ハッサンダー南中腹で出会ったロバが背中に満載しているのは棘のある植物でした。燃料として使います。とても強く、触ると痛いものです。聞いてみました。痛くないのかと。持主は答えました。痛くないよ。筆者はロバに聞きたかったのですが。

## 5. パムッカレとカラハユト

一般に日本の観光地における石灰華などの沈殿物の説明としては、「成長速度は極めて遅く、貴重なものですから壊さないようにしましょう」というものが多いようです。先日出版された米国の地質系の雑誌の表紙写真説明には「イエローストーン国立公園のマンモス温泉の石灰棚の成長が速い場合には歩道がトラバーチンで埋められてしまう

ことがあるので、歩道を高架にした上、取り外し可能にしている」と記載があります(AAPG Bulletin, 2009)。では、トルコではどうなのでしょう。

パムッカレ(綿の城の意)は、トルコ西部にあるローマ時代の都市ヒエラポリスの一部です。都市は海拔約360m~400mの台地に築かれていました。北の背後には古生代の変成岩(Pamir and Erentöz, 1974)からなる山が控え、南方の平野部との間には比高約100mの崖があります。街の中から出た炭酸カルシウムを多く含む温泉水は、この崖を下る途中で真っ白な沈殿物を残します。それがパムッカレです(地質ニュース679号の口絵写真1, 3)。温泉水は古代も今も利用されています。最近まで都市の跡の高台にはホテルが何軒か営業していましたが、世界遺産の観光地としてふさわしくないと判断されたのか、温泉水の過剰利用で下流域が困ったのか、今では温泉プールが1軒営業されているだけです。このプールは遺跡の一部で、底には彫刻された柱の一部などが転がっています。水温は32℃でした。温泉水は、古代には都市部の地表を流下していたようです。沈殿物により、流路は小規模な天井川になっています。現在は、旧都市部では蓋のある水路を通り崖に放出されています。少し前までの絵ハガキなどを見ると、湯量は豊富で、石灰棚の自然のプールで遊ぶ水着姿の観光客の姿が写っています。しかしながら現在は、湯量が足りないらしく、流下させる範囲はコントロールされています。かつてのプールの棚が、さびしく空になっていることもあります。また、観光客は棚の中に自由に入ることはできなくなり、決められた通路だけの鑑賞ということに





第32図 ヒエラポリスの遺跡。  
円形劇場などローマ時代の遺跡があります。写真の右奥に  
プルトニウムと呼ばれるガスの噴出口があります。



第33図 カラハクトのホテル敷地内の噴泉塔。  
高さ約3mの立派な塔ですが、中がどうなっているのかは  
知りません。表面は茶褐色、赤褐色と緑色をしています。

なっています(第31図)。それでも石灰棚の上を裸足で(靴は脱がなければ入れてもらえません)歩けるのは快感です。通路の脇を流下する温泉の温度は30℃でした。“世界中から”来た観光客の皆さんが水路に足を入れます。“世界中から”,には少し意味があります。パムッカレを含むヒエラポリス遺跡への入場料は20リラ(約1300円)、遺跡のプールにつかるにはさらに20リラ必要なのです。ここは少しお金に余裕のある観光客が入るところです。ガイドさんは朝か夕方に見学することを薦めます。日中は人が多すぎるとか。年間観光客数は100万人を超えるそうです。なお、石灰棚の成因については、茂野(1995)に紹介があります。

ヒエラポリスの温泉プールの裏の遺跡の中にプルトニウムと呼ばれているところがあります。有毒ガスが出る穴があり、立ち入り禁止になっています。筆者は覗きませんでした(第32図)。古代都市の時代には、そこでは一般人は倒れてしまうのに、神がかった人は夢うつつの状態になって信者にお告げをのたまったという話があるそうです。少し変な気もします。この辺では硫化水素や二酸化硫黄の臭いはしません。有毒ガスとは無臭の二酸化炭素のことと思われます。二酸化炭素の場合、それ自身の毒性か、相対的に酸素の割合が減るために死亡するとされています。一般に、即死のようです(日本の火山ガス事故の例は、須藤、1998にまとめてあります)。ここで生死の境をさまよってお告げをするのは高度な技術を要すると思われませんが、試すわけにはいきませんので、問題未解決とします。

パムッカレの北北西約4~5kmにカラハクトの街があ

ります。街の南東部には少し高級な新しいホテルが何軒か建っています。北西部の古い街並みにもホテルがあります。こちらは湯治客の御用達のようなです。街の中心部、モスクの前の広場にも温泉塔があります(地質ニュース679号の口絵写真2)。水温は37℃。こちらは白ではなく赤褐色です。街の北西のはずれには公共温泉場があります(地質ニュース679号の表紙写真)。足湯ならただです。こちらは庶民的です。大勢の人が温泉に足を入れています。女性が多いので驚きました。42℃。いい湯加減です。湯口では53℃ありました。これは熱い。カラハクトでは、新しいホテルの敷地の中にも温泉塔があることがあります。あるものはドーム型(第33図)、あるものは先端にこの地方の象徴である鶏の像が取り付けられていたりします。つまり噴泉塔は新しいのです。成長は早そうです。

## 6. クズルデレと地熱

パムッカレの西方約25kmのクズルデレ(赤い谷の意)では、主要道のすぐそばに地熱発電施設が見えます(第34図)。これは筆者にとって想定外でした。というのは、既存の文献などによれば、クズルデレの発電施設は、道路から約1km程度北に離れたところにあるからです。どうもこの施設は新しいようです。この道路はパムッカレとエフェス遺跡を結ぶものであり、多くの観光客が目にすることができる地熱発電所なのです。

クズルデレでは、深さ1000~2261mの新生代と古生代の地層中から7本の坑井によって212~242℃の地熱



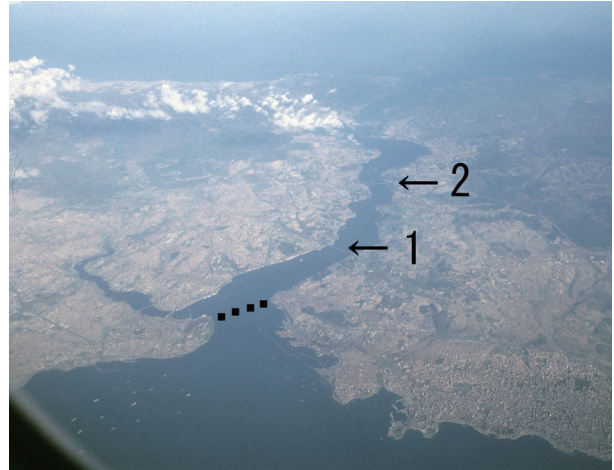
第 34 図 クズルデレの主要道のすぐそばの地熱発電施設。  
この施設は非常に新しいものです。古い資料や写真には載っていません。小さく民間企業の名前が書いてあるのがわかる程度で、宣伝的なものは見当たりません。

流体を得て、1984年に運転を開始し、約2万kWの発電を行っています。発電所のすぐ脇には分離された二酸化炭素からドライアイスを製造する工場があります。

トルコの地熱調査とその利用については日本語でも多くの報告があります（河田・太田，1975；長谷，1986；Simsek，1986；イタリア・トルコ・フランス地熱調査団，1987；玉生，1990，1993；茂野，1991，1996；阪口・菊地，1992；阪口・玉生，1992）。より新しい情報は、2005年にトルコ南部の Antalya で開かれた地熱の国際会議などでも報告されています。トルコと日本の地熱の協力関係は、かつてほど強くなく、最近ではほかの国との関係が強くなっています。また、地熱開発事業は国の機関が直接実施するのではなく民間企業に任せる政策がとられるようになり、日本で得られる情報量が少なくなってしまうようです。

Koçak (2005) のまとめによれば、トルコには約 600 の温泉があり、MTA はこれまで 13 の地熱地域を調査しました。これらのうち西部アナトリアのものは貯留層の温度が 130 ～ 242℃で、優勢な地熱地域はクズルデレを含む Büyük Menderes（ビュククメンデレス）川沿いの谷、Menderes 地溝に並んでいます。クズルデレの西方、下流域の Salavatli（サラバトゥリ）と Germencik（ゲルメンジク）にも地熱発電所ができたようです。詳細な情報は得ていませんが、Germencik のものは、4.74 万 kW で、トルコ最大ということです。

ところで、Menderes 地溝には、新しい火山はありません。地熱の流体は先新第三系の割れ目から得られています。



第 35 図 ボスボラス海峡。  
中央に第 1 橋、その向こうに第 2 橋が架けられています。現在手前左のヨーロッパ側の旧市街の半島とその対岸のアジア側のユスキュダルとの間（点線部）に鉄道トンネルを建設中です。2011 年現在、貫通しており、完成を目指しています。

熱源は何なのでしょう。また、先新第三系の中には石灰岩も含まれています。これが生産井でも還元井でも目詰まりを起こす原因となっているようです。科学的にも技術的にも課題が残されています。

必ずしも全貌を詳細には把握していませんが、トルコでは地熱発電所は多くありません。しかし、地域暖房や療養など様々な形での熱利用がなされているようです。発電以外の地熱の各種直接利用量では、トルコは世界第 5 位なのです。それが地熱に関する国策のようです。地産地消です。

## 7. 観光地の話題あれこれ

地質屋が遺跡を訪れると、石材に目が向かうのは当然ですが、その産地などを推定する試みはトルコではすぐにあきらめました。かつては大帝国を作っていたこともあり、石材の輸送移動距離が長いことがあるからです。ヒエラポリス、エフェス、ベルガマ、トゥルワなどでは白くきれいな大理石が多く、一部に花崗岩や安山岩溶岩も使われています。大理石の産地は多くありますが、パムッカレとコンヤの間の北寄りにあるアフィオン付近は有名な産地のようです（Ersecen，1989）。その周辺では、主要道を走るバスの中からも大理石の切り出しの様子を見ることができず。急な崖ではなく、なだらかな斜面に石切り場があるので驚かされます。

今風に言うとエコ建築でしょうか。廃石材を利用した例



も多く見られます。より古い建築物を強引に壊したのでしょうか。アンカラ城の石垣の一部には見事な彫刻が横にされて積み上げられていましたし、イスタンブルの古代地下貯水施設では、柱の最下部に巨大な人の顔の像が使われていました。後者は地下宮殿と無理に呼んで観光施設になっています。

イスタンブルのヨーロッパ側とアジア側を隔てる海峡（英語ではボスポラス海峡、トルコ語ではイスタンブル海峡または単に海峡）には2つのつり橋が架けられています（第35図）。2本目は日本企業の参画により架けられました。いま3つ目のルートが工事中なのですが、ご存知でしょうか。今度は海底の鉄道線路です。今回も日本企業の手によっています。ただし海底下ではなく、海底にコンクリート製のトンネルを設置する方式です。ですから地質学的な話題には上りにくかったようです。地質図によれば、イスタンブルは古生代のデボン紀と石炭紀の地層からなるようです（Ternek *et al.*, 1987）。なお、一連の土木工事で多数の遺跡が発掘され、イスタンブルの都市の歴史は、1000年、2000年などというものではなく、7000～8000年であることが明らかにされつつあります。

エフェスの遺跡で、ローマ時代に港であったところは、現在海拔1～2mであり、港湾機能の消失がこの都市の衰退につながったといわれています。一方トゥルワ（Truva, 英語名はTroi, トロイ）では、現在、海は遙かかなたであり、遺跡のある海拔30～40mの台地の下には海拔約10mの畑の平坦地が広がっています。映画（物語）の世界とはだいぶ様子が違ってきます。ただ、現在の海岸線付近には海拔約30～70mの丘があり、一度引くと見せかけたギリシャ側の船はこの陰に隠れることはできたかもしれません。今から2000年前までの間の海水準変動量は小さいのですが、3000年以上前の木馬の戦争の時代になるとその量は大きく、敵の船はどこまで来たのか、だいぶ話は違ってきます。トゥルワの遺跡の時代は5000年前にまで遡るようですので、海がどこまであったのか変化の幅は大きいはずで、平野部への河川堆積物の影響もあるとの記載もあり複雑です。最近になって、この海拔約10mの平野部にも大きな都市の跡があることがわかったようで、話はどんどん込み入ってきます。確かに現在公開されている丘の上の遺跡だけでは、物語を作るのには少々小さすぎるのです。

コンヤの、とあるホテルのレストランに入ろうとして驚きました。その名前がKAZANなのです。カザンは首都アンカラの北にある街の名でもあり、また人名でもありま

す。エリア・カザンなど。しかし意味を調べてもう一度驚きました。トルコ語のKazanは鍋の意味です。鍋と言えば、ポルトガル語のコールドロン、カルデラの語源です。カッパドキアにはKazan Tepeという丘があります。Tepeは日本語のてっぺんに通じるのだという俗説もありますが、とにかく山、丘の意です。鍋山なら日本にもあります。火山山は？

**謝辞：**トルコの現地地質調査ではMTAのAli Koçak, Talat Yıldırım, Fuat Saroğlu, Adem Akbaşlı, A. İhsan Gevrek, Erdoğan Örmöz, N. Levent Turgutの各氏と行動を共にし、多くの情報を教えていただきました。MTAのTuncay Ercan, Tuğrul Tokgözの両氏には地質調査と物理探査の結果を教えていただきました。産総研の茂野博氏には現地調査時及び最近の地熱開発についてご教示いただきました。MTA滞在中は藤井紀之氏にお世話になりました。高田亮氏にはカッパドキアの地質巡見案内資料を、菊地恒夫氏には最近のトルコの地熱関係の資料をそれぞれ見せていただきました。末尾に記し深謝の意を表します。

## 文 献

- AAPG Bulletin(2009) On cover. *American Association of Petroleum Geologists*, 93, no. 12, cover.
- Aydar E. and Gourgaud A. (1998) The geology of Mount Hasan stratovolcano, central Anatolia, Turkey. *J. Volc. Geotherm. Res.*, 85, 129–152
- Ersecen, N. (1989) *Known ore and mineral resources of Turkey*. MTA, 108p.
- Gençalioglu-Kuşcu, G., Atilla, C., Cas, R. A. F. and Kuşcu, İ. (2007) Base surge deposits, eruption history, and depositional processes of a wet phreatomagmatic volcano in Central Anatolia (Cora Maar). *J. Volc. Geotherm. Res.*, 159, 198–209.
- 長谷紘和 (1986) トルコ南西部の地熱—とくにクズルデレ (KIZILDERE) の現況—。地熱技術, 11, 49–57.
- イタリア・トルコ・フランス地熱調査団 (1987) トルコの地熱開発。地熱, 23, 457–480.
- 河田清雄・太田良平 (1975) トルコの地熱開発。地質ニュース, no. 247, 39–43.
- Koçak, A. (2005) General aspects of geothermal energy in Turkey. *Excursion guidebook, World Geothermal Congress 2005*, Antalya, Turkey, 2005, 39.

- 松田准一（1990）トルコにおけるプレート衝突境界の地球化学的研究—日本における沈み込み帯との比較—。昭和62・63年度，平成元年度文部省海外学術研究研究成果報告書，134p.
- Pamir, H. N. and Erentöz, C. (1975) *1:500.000 Jeoloji haritası, Denizli*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 83p.
- 阪口圭一・菊地恒夫（1992）トルコ共和国アフィヨン地熱地帯の熱水系。地質ニュース，no. 456，1-2.
- 阪口圭一・玉生志郎（1992）トルコ西部の地熱の風景。地質ニュース，no. 456，44-56.
- Şen, E., Kürkcüoğlu, B., Aydar, E., Gourgaud, A. and Vincent, P. M. (2003) Volcanological evolution of Mount Erciyes stratovolcano and origin of the Valibaba Tepe ignimbrite (Central Anatolia, Turkey). *J. Volc. Geotherm. Res.*, **125**, 225-246.
- 茂野 博（1991）トルコ中央部の地熱系とその概念的モデル。地熱エネルギー，**16**，347-381.
- 茂野 博（1995）温泉沈殿物による棚田状テラス生成の機構と数値シミュレーション。地熱，**32**，317-336.
- 茂野 博（1996）トルコ西部の地熱系とその開発の近況—その1，地球科学的概説。地熱，**33**，302-315.
- Simsek, S.（訳：藤田 実）（1986）トルコ Buldan-Saraykoy 地区 Denizli 地熱系のモデル化について。地熱，**23**，352-371.
- 須藤 茂（1998）わが国の火山ガスの実態及び火山ガス事故の状況調査報告。地質調査所研究資料集，no. 328，1-343.
- 須藤 茂（2009）火山研究成果普及用各種資料作成（その4）飛び出すイーハトーブ火山。地質調査総合センター研究資料集，no. 497，1-12，付図24.
- 須藤 茂（2011a）トルコ中部アナトリアの火山と温泉。地質ニュース，no. 679，1-4.
- 須藤 茂（2011b）トルコ中部アナトリアの地熱地域の火山岩の古地磁気調査概要。地質調査研究報告，**62**，389-404.
- 玉生志郎（1990）トルコにおける最近の地熱開発状況。地熱，**27**，111-136.
- 玉生志郎（1993）トルコ共和国の堅実な地熱開発戦略。地質ニュース，no. 468，50-60.
- Ternek, Z., Erentöz, C., Pamir, H. N. and Akyürek, B. (1987) *1:500,000 Jeoloji haritası, İstanbul*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 105p.
- Toprak, V. (1998) Vent distribution and its relation to regional tectonics, Cappadocian Volcanics, Turkey. *J. Volc. Geotherm. Res.*, **85**, 55-67.
- Toprak, V. (2005) A review of the geology of Cappadocian Volcanic Province, supplement to excursion 3. *Excursion guidebook, World Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, 2005*, 25-30.
- 宇井忠英（1989）トルコの火山。火山，**34**，87-88.

---

SUTO Shigeru (2012) Sightseeing on volcanoes around central Anatolia, Turkey. Part 2.

---

（受付：2011年9月8日）



# 野外調査におけるデジタル入力の可能性と期待

吉川敏之<sup>1), 2)</sup>・巖谷敏光<sup>1)</sup>

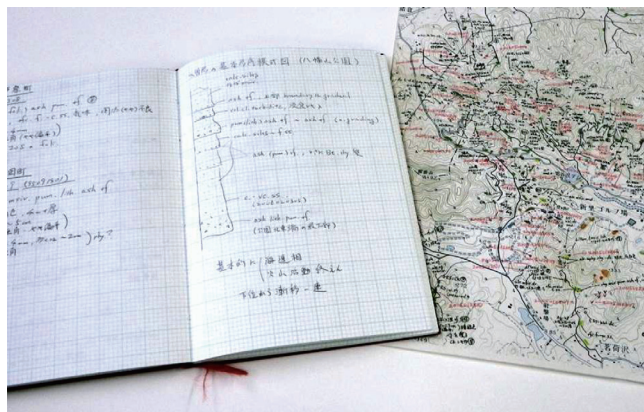
## 1. はじめに

地質学の体系が確立されて以来、地質情報は紙を中心に伝達されてきた。野外においては紙の地図と野帳に記録し(第1図)、室内では多数の下書きや作業図が生まれては消え、社会へは地質図に代表される紙の図面類と紙の報告書によって提供されてきた。21世紀の現在、その伝統が少しずつ変化しようとしている。すなわち、紙から電子データへの移行である。既に大多数の学会誌は電子ジャーナルを持ち、地質図や報告書の一部はウェブページで閲覧することができる。引用文献にウェブページのURLが引用されることも多い。そして、これまで紙への筆記を中心にしてきた野外調査にも、少しずつではあるが電子入力への転換が訪れつつある。

野外調査が電子入力になると、どんなメリットがあるだろうか。ひとつはデータの利便性が向上することである。デジタルデータの場合、検索性に優れ、目的に応じた再利用(サンプルリスト・作業日誌作成、データの統計処理、保存・共有など)も容易になる。紙やフィルムと違ってパッ

クアップはより簡単にできるし、経年劣化の心配もない。また、デジタルデータには形や重さがないので、紙よりも多くの情報量を持ち運ぶこともできる。例えば、観察カードは現場で複製・修正して使えるし、紙資料では重くかさばるほど多い調査地域の地質図・文献情報でも容易に持ち出すことができ、現場で利用可能である。そして、GPS(Global Positioning System: 全地球測位システム)によるポジショニングなど、新たに便利な機能を使うこともできる。更には清書が不要になれば、調査後に宿で行う整理作業の負担が軽減できる(第2図)。このように、地質調査を電子化することで誤記入、調査漏れや転記ミスを防ぐことができ、正確なマッピングと分析を行うための調査の効率化・高度化を図り、信頼性や生産性を向上させることが可能になる。

筆者らは、実際にポータブルPCを利用した地質調査を野外でテストしてきた。その結果の一部は、別途報告している(吉川, 2012)。本論では、実地テストの過程で見出した電子入力の可能性と、今後への期待についてまとめてみたい。



第1図 紙の地図と野帳。調査が進むにつれて地図には書き込みが増え、次第に見づらくなる。



第2図 一日の野外調査フロー図。デジタル入力による調査者の負担軽減が期待される。

1) 産総研 地質情報研究部門  
2) 現所属: 地質調査情報センター

キーワード: 野外調査, デジタル入力, ポータブルPC, ハードウェア, ソフトウェア

本論で取り上げるのは、野外調査時の観察記録を紙に筆記して記録する代わりに電子データで残す手法のことである。これを表す用語はいくつかあり、まだ特に定まっていない。日本語では野外でのデジタル入力、野外調査のデジタル化などと、英語では digital geologic mapping, digital field mapping, digital field data capture, primary digital mapping などと表現されている。本論では、主に「デジタル入力」と表現することにする。

## 2. 地質調査におけるデジタル入力の歴史

野外における地質調査のうち、物理探査などではポータブル PC が一般に普及すると同時に、様々な形態（ノート型 PC あるいは車載 PC など）で野外での PC 利用を進めてきた。一方、本論の趣旨である地表踏査主体の地質調査では野外で PC を利用する例は少なく、近年に至るまで調査結果のデジタル入力も進んでいなかった。

デジタル入力に利用できる PC ソフトウェアの歴史は、地理情報システムソフトウェア (GIS ソフト) の歩みと重なる。GIS ソフトの歴史は長く、既に 1980 年代には市販されていた。そのころにリリースされて現在有名なものに、ESRI 社製の ARC/INFO (現 ArcGIS シリーズ)、MapInfo 社 (現 Pitney Bowes 社) の MapInfo などがある。しかし、GIS ソフト黎明期にはまだ持ち運びに便利な形態のハードウェアがなかったため、室内作業用のソフトであった。1990 年代前半になるとノート型の PC が普及し、屋外でも GIS ソフトの利用が可能になってきた。1990 年代後半になると、更に携帯性に優れた携帯情報端末 (Personal Digital Assistant: PDA) が出現し、上述の ArcGIS シリーズには PDA 用のソフトウェアが登場した。この頃から地表踏査でもデジタル入力が現実的になってきたと言える。実際に、現在多くの地質調査で利用されているのは、この後継ソフト (ArcGIS Mobile または ArcPad) である。

2000 年 5 月には、GPS 衛星の信号にそれまで行われていた意図的に誤差を加える操作 (選択利用性: Selective Availability: SA) が解除された。これによって、野外での位置把握に GPS 受信機を利用するメリットが明確となり、各種の GPS 受信機が発売されるようになった。同じ頃から、それまで銀塩フィルムを利用していたカメラが、次第にデジタルカメラへと移行していった。これらも広い目で見れば野外でのデジタル機器利用の先駆けであり、野外調査での PC 利用促進に追い風となるとともに、そのノウハウはポータブル PC のハードウェアの機能向上にも貢献し

ている。

21 世紀になると、世界の公的地質調査機関では欧米を中心にデジタルでのデータ取得の試みが本格化し、近年に至って野外調査用 PC を導入したところもある。そのうち、多くは上述の ESRI 社製のソフトウェアをベースにしている。英国地質調査所 (British Geological Survey: BGS) では、1990 年代前半から地質調査の電子入力の可能性を検討し始め、PDA のシステムを経て、現在ではタブレット PC 上で動作する BGS・SIGMAmobile と呼ばれるモデルを実用化している。BGS・SIGMAmobile は ESRI ArcMap のカスタマイズ版をフロントエンドに、Microsoft Access データベースを利用するシステムで、ソフトウェアは BGS のサイトからダウンロードできる。カナダ地質調査所でも、1990 年代前半から野外調査用ソフトウェアの開発を始め、オントロジーに基づいた FieldLog という入力システムを実用化している (Brodaric, 2004)。フィンランド地質調査所では、ArcGIS をベースにしたシステムを、タブレット PC 上で利用している (Ahtonen *et al.*, 2009)。米国では、米国地質調査所を中心に Digital Mapping Techniques (DMT) という限定メンバーによるワークショップが 1997 年から定期的に開かれ、Proceedings はウェブ上でも公開されている。また、州の地質調査所の中には、アラスカやユタのように組織的にデジタル入力を取り入れようとしているところもある。ミシガン大学では、GIS や GPS、電子ノートなどの関係ソフトをインストールした野外用タブレット PC を GeoPad と呼び、カリキュラムに取り入れている (Knoop and van der Pluijm, 2006)。中国では、中国地質調査局が 2004 年から野外でのデジタル入力に取り組んでおり、近年では PDA・PC を組み合わせた包括的な地質図作成システムへと発展させている (Li, 2008)。

## 3. 野外調査における PC 利用の現状

日本国内における地質調査への PC 利用の現状を示す統計データは特になく、既存の論文やウェブサイトの数から判断して、実際に利用されている例は多くないと推察される。国内の地質図を製作している産業技術総合研究所 (産総研) 地質調査総合センターでは、組織的なデジタル入力への取り組みは特に行われていない。

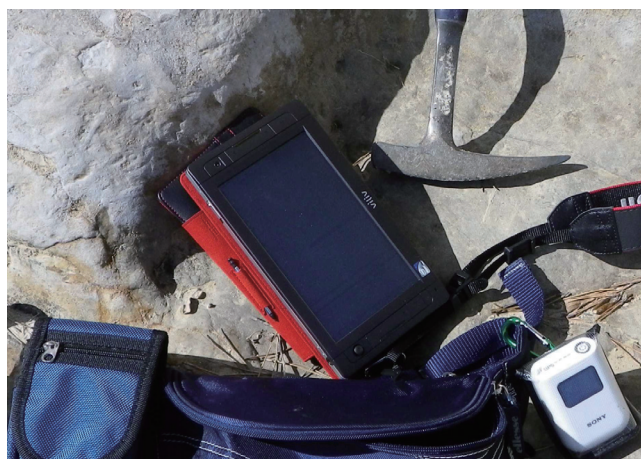
筆者らの場合、Windows Mobile で動作する PDA 及び Windows OS を搭載したタブレット PC を地質調査の際に使用している (第 3 図)。前者の場合、小型で軽い情報携



(A)



(B)



第3図 野外でテストした機器の一例。

- (A) Windows Mobile で動作する PDA。  
この状態で重量は 345g。スタイラスは産総研 IBEC センターの吉川秀樹氏製作。
- (B) Windows 7 で動作する 7 インチ画面のタブレット型 PC。  
重量は 660g。

帯端末であること、PC の GIS ソフトとの整合性が良いこと、他の端末よりも Windows PC - 機器間の接続が容易であること、の理由から、iPhone や Android が登場した現在でもまだ使い続けている。Windows PC よりも処理速度は遅いが、モバイル GIS を起動し、1/10,000 ~ 1/25,000 地形図をラスター化した画像上で GPS による現在位置を確認しつつ、露頭や断層などを空間内の地物（フィーチャ：feature）の情報として取り扱い、地物属性（プロパティ：property）を入力することができる。一方、Windows PC はバッテリー持続時間や重量の点では不利なものの、周辺機器及びソフトウェアによる拡張性が優れている。地質調査でデジタル入力を取り入れる場合、現状ではこのような PDA、スマートフォン、タブレット PC、ノート型 PC を使い分けることになる。

野外調査における PC 利用は、主に英語圏で先行している (Clegg *et al.*, 2006)。Athey (2011) は、digital geologic mapping に関する E-mail 調査の概要を報告している（対象は主に DMT メンバーと思われる）。それによると、回答率は約 13% で、回答のあったうちの 82% の専門家・専門機関が、野外調査にデジタル入力機器を利用したい、あるいは既に利用しているという。利用されているハードウェアは、PDA が 54% で最も多く、次いで Laptop（日本でいうノート PC：20%）、タブレット（キーボードのない機種：13%）、スマートフォン（7%）、タブレット PC（キーボード付きの機種：6%）となっている。野外向け (ruggedized) ハードウェアの割合は 55% で、45% は特に

野外用ではない汎用の機種を利用していることになる。利用されているソフトウェアは ArcPad が 45%、ArcGIS が 23%、その他が 32% であるが、その他の中には ArcView や BGS・SIGMAmobile が含まれているため、ESRI 社製のソフトウェアが大半を占めると考えて良さそうである。

PC を利用した地質調査の欧米での実用化が早かった主な理由は、やはり ESRI 社の存在が大きい。BGS・SIGMAmobile のように、ESRI 社と専門家との産学共同事業のような形で開発され、カスタマイズまたはプラグインを介して ArcGIS シリーズの機能を利用するソフトが幾つもあるため、ソフトウェアの選択肢が多い (Geologic Data Assistant, GeoRover など)。また、市販されている野外用のハードウェアが、日本よりも豊富なこともある。それらの一部は軍用の過酷な使用にも耐えうるもので、BGS ではアラブ首長国連邦の砂漠地帯でも利用実績を積んでいる (Jordan, 2011)。更に、英語によるテキスト入力は、漢字変換を必要とする日本語入力と比べて、ペン入力・文字認識の面で有利であったと推測される。しかし、それでもなお多くの研究者は、野外調査データのデジタル入力の導入に踏み切れないでいることも事実である。

#### 4. デジタル入力が普及する可能性

Clegg *et al.* (2006) は、デジタル機器を利用した野外調査が普及しない理由として、

- (1) 機器のコストと信頼性

(2) 新たなテクニックの習得に必要な時間

(3) 野外調査の複雑さに適応できる柔軟性

という3つのハードルを挙げている。彼らの分析から既に5年以上経過しているのだから、(2)に関してはともかく、(1)はハードウェアの、(3)はソフトウェアの進歩によって、当時より改善されてきていると考えられる。

野外調査でのデジタル入力を導入する場合、従来の主な目的は「調査データのデジタル化」にあった。その背景には組織内でのデジタルデータの保管・共有・検索・再利用があり、調査から解析・出版までを含んだ組織内での作業を、全体として効率化できるという効果が見込まれていた。そのためには、野外での時間や労力が多少増えたとしても大きな問題ではなかった。一方で、組織的な目的や体制がない場合には、野外調査でデジタル入力する必然性は薄かった。

しかし、IT技術の進歩は速い。近年のハードウェア・ソフトウェアの進化により、たとえ個人レベルの調査であっても、デジタル入力が調査の作業そのものを効率良く快適にできるようになりつつある(吉川, 2012)。詳細は省略するが、クリップボード拡張ユーティリティを利用することで、ある程度慣れてしまえばテキスト入力は筆記よりも速くなる。また、撮影した写真に直接注釈を書き込んだり、目標物のない現場での位置把握にGPSによる位置表示を利用したり、PCを携帯することで可能になる便利な機能がある。また、緊急調査のように速報性を求められる場合には、現地でも入力した文字を清書するよりも直接テキストデータを使える方が手間が省け、有利である。したがって、これまで野外調査のデジタル入力に懐疑的であった専門家にも、これを試行し、乗り換える動きが出てくるに違いない。同様のことは地質分野に限らず、野外調査を行う分野・業種全般に対してもあてはまる。そこにはやがて新しい市場が形成されるはずである。

そのためにはまずユーザーが気軽に試すことができる環境が必要である。この1~2年の間に、タブレット型のPCあるいは携帯デバイス、スマートフォンの市場は活況を呈している。したがって、様々なハードウェアから好みの一台を選ぶことはもはや難しくなく、既に別の用途で所有していることさえあり得る状況にある。また、製品開発競争により機能・性能は進化しているし、今後も改良されるであろう。ハードウェアに関しては、状況は次第に良くなっていくことが期待できる。

一方、ソフトウェアはまだ選択肢が少ない。現在、野外調査で使われているGISソフトの多くは、データ入力機能

に加え、データの加工や分析・統計処理の機能を有している。また、図形の位置・形状とともにトポロジーという情報をもっている。これらはPCに高い基本性能を要求するため、野外で使うような低スペックのPC上では、必然的に動作は重くなる。したがって、野外調査に使う場合には無駄な機能が多く、作業上もコスト面でもあまり効率的ではない。機能を省略して入力用に特化したのがArcPadを始めとする専用ソフトではあるが、この導入コストは実はハードウェアよりも高価なのが現実で、どうしてもユーザーを限定してしまう。

ESRI社製のArcGISシリーズとは別の入力システムもある。例えば、英Penmap社ではPDAやタブレットPC上で動作する入力ソフトPenmapシリーズを開発・販売している。非商用のソフトとしては、Microsoft Visual Basicで開発されたGISソフトのMap ITがあった(De Donatis and Bruciatelli, 2006)。現在は、Map ITの後継として、オープンソースソフトウェアベースに移植したBeeGISがある(De Donatis *et al.*, 2011)。BeeGISは、JAVAベースのオープンソースGISソフトであるuDig (User-friendly Desktop Internet GIS)上で動作する。BeeGISの機能をAndroid OS上で実現したGeoPaparazziというソフトもできている。これらの入力ソフトが、新たな選択肢として今後普及する可能性はある。少なくともソフトウェアのコストがハードウェアよりはるかに高価な状況は改善されて欲しい。

背景地図・画像類も、できるだけ手間をかけずに多種多様な種類を利用できることが望ましい。これらの地図・画像・地理情報ファイル形式には、何種類ものフォーマットがあるのが現状である。また、情報を手軽に利用・共有・集約できることも大切である。標準フォーマットの規格統一や、各種のコンバーターも実現してもらいたい。これらの周辺環境がもう少し整えば、日本国内でもユーザー(early adopter)が増えてくるまでに時間はかからないものと予測している。

## 5. 期待されるポータブルPCの機能

### 1) ハードウェア

野外調査中に体が受ける負担軽減や安全への配慮から、大きく重い装備は困難である。そのために、PCを含む野外で使う機器についても、携行する機器の大きさ、総重量と総消費電力に制限が生じる。消費電力の少ない小さくて軽い機器で、なおかつ最適な性能が得られるものが好ましい。



この1年を振り返ってみても、ポータブルPCのハードウェアの進歩は目覚ましい。処理能力は向上し、価格は低下してきている。また、スマートフォンの普及率は上昇の一途をたどり、低価格で高性能なタブレット型端末も多々見られる。最新の携帯電話端末にはGPSや加速度センサー、磁気センサー、ジャイロセンサーなどの新しい各種センサーが内蔵されており、ユーザーが別に用意しなくても端末のみでセンサーの情報を野外で利用することができる。このように最近では野外調査に使用可能なハードウェアの種類が増えており、その選択の幅も広がっている。

野外調査で市販のPCを使用する際に求められる機能・性能について次に示す。

- (1) 防水・防塵性能に優れること
- (2) バッテリー駆動時間の長いこと
- (3) 起動が速いこと
- (4) 機器が軽量であること
- (5) 画面の視認性が良く操作性の容易な機器であること
- (6) 持ちやすさに優れること

(1) について、既存製品に野外用のPCはある。過酷な野外用途でも耐えうる製品であるが、地質調査で使うには、高コストな点で容易には導入しがたい。より多くの人が使えるように低価格の製品が登場することを期待したい。

(2) について、野外ではバッテリーの充電が難しいので、バッテリー駆動時間の長いPCほどよいが、バッテリー駆動時間の長い製品は高価であることが多い。PCのオプションとしての予備バッテリーや市販の補助バッテリーを利用することもできるが、これらのバッテリーは携帯電話用に比べて大きく重いため、今後バッテリー駆動時間の長いPCが登場することを期待したい。それには機器の消費電力の削減が求められる。動作は遅くても消費電力が小さいCPUは野外調査用PCに適している。また、最近普及してきているSSD(Solid State Drive)は、ハードディスクに比べて高価なものの、消費電力が低く衝撃耐久性に優れる上、OSの起動時間と重量の点でメリットがあるとされているので、野外用途には適している(日経パソコン編, 2011)。

(3) については、PCの場合、休止状態からの起動時間はPDAやスマートフォンに比べて遅く感じる。これを解消する技術的な取り組みは進んできており、起動や休止状態からの復帰が早く、消費電力の低い製品の登場が予想される。

(4) については、PDAやスマートフォンでは重量が200g以内のものが多いが、現在軽いPCの場合でも総重



第4図 液晶の比較例。  
右の半透過型液晶は、左の透過型液晶よりも直射日光下での視認性に優れるのが分かる。

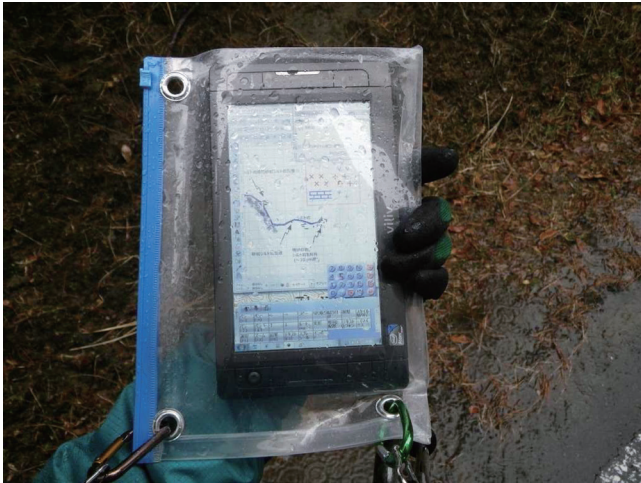
量が500gを超える。防水ケースを付けるとさらに重くなり、機器携帯中にその重量を負担に感じることもある。現在のPCよりもさらに軽い製品が増えることを期待したい。

(5) の場合、足場の不安定な場所、太陽光の当たる場所や深い森林内での利用の際には、視認性が良く操作性のよいPCを使うと迅速かつ効果的に調査を実施できる。可能であれば手袋をつけたまま直感的に操作できるマルチタッチ機能を搭載したもので、太陽光の下でも見やすい画面を搭載した機器が望ましい。とくに液晶ディスプレイについては、直射日光下での作業環境において画面の視認性が低下するものが多い。透過型液晶の機器においては、画面のバックライトの明るさを強くすれば見やすくなるが、バッテリーの消耗が激しくなる。野外用機器に使われる半透過型液晶は透過型液晶より室外での視認性が良くなるが(第4図)、価格の高い場合が多い。液晶ディスプレイの技術進歩は目覚ましく、今後携帯端末の屋外での利用が多くなれば画面の見やすさの点がさらに改善されるだろう。また野外調査では動画を扱うことが少ないため、ディスプレイには表示書き換え時間の長い電子ペーパーが利用できるかもしれない。

(6) は野外調査の場合、特に手袋を使ったときや、姿勢の悪い状態での操作性が大切になる。汎用のスタイラスが使えるか、片手でバランス良く長時間の保持が可能か、滑り止めの工夫がされているかなど、見栄えよりも操作性に秀でたデザインを期待したい。

## 2) ソフトウェア

ポータブルPCを利用した野外調査に最も渴望されるソフトウェアは、使いやすい地図ソフトである。これは特に



第5図 雨中での使用例。  
汎用の機種でも、工夫次第で紙と鉛筆とは違う野外調査ができる。

伝統的な GIS である必要はなく、直感的に操作できる地図ビューアーを基本に、簡単な描画とそのオブジェクトの緯度経度情報取得ができればよい。現在のプログラミングの環境からすれば、十分実現可能な水準である。ただし、カスタマイズの柔軟性が必要である。ひとつのソフトウェアだけで成り立たせるのが困難な場合は、複数の単機能ソフトウェアに分けた方が、ユーザーからすれば使いやすい。

仮にルートマップと同等のものが電子データで実現すれば、次の段階としてデジタルデータを利用した地質図作成等、作業の利便性向上も考えられる。現に、先行している欧米の機関の場合、野外調査から編集・製作、そして出版までを包括的にデジタルデータで行うことを意図している例が多い。

デジタル入力の特長に、定型的な処理・一括処理が可能かつ容易という点がある。例えば、ファイルに記載した数値・文字データから層厚・岩相を読み取って柱状図を自動作成するような応用も考えられる。また、今後実現が見込まれる分野としては、文字入力・日本語変換のより一層の効率化、入力データへのメタデータまたはコードの付加などがある。音声入力・手書き文字認識は精度を向上させ、新たな入力手段のひとつとなるであろう。

ハードウェアに磁気・加速度・気圧などの各種センサーが内蔵されると、それらを利用したユーザビリティの向上も期待できる。カメラやクリノメーター、高度計はポータブル PC の 1 機能になるかもしれない。歩測によるルートマップ作成時には、進行方向の方位を取得して、それを画面上に補助線として表示できるようになると便利である。

### 3) 新たなツールとして

ポータブル PC を野外調査に活用するのに対し、単に道具として既存のものを置き換えるだけでなく、新しい使い方、便利な手法を創生することが期待される。筆者らの実験の過程でも、視覚の衰えに拡大機能で対応したり、日没で暗くなっても画面にバックライトがあるため記載できたり、紙にはない便利さを実感する場面があった。デジタル機器は、場合によっては野外調査時の快適性向上や調査環境の変化への対応に役立つ可能性がある。

更に、防水機能という紙にはなかった特性を生かせば、雨の中（第5図）や水中、海底などでの調査記録も可能である。すなわち、従来の調査スタイルを変える可能性もはらんでいる。将来には人工知能を搭載した野外調査支援システムが、調査時にその場所で必要な情報と適切なアドバイスを提供したり、データ処理したりして調査・記録を支援することになるかもしれない。

ポータブル PC が屋外へと普及していく先には、野外調査にとどまらないヒューマン・アシストがあると考えている。PC の処理能力を生かしたリアルタイム翻訳機能なども必ず実現するであろう。ナビゲーション機能は最もわかりやすいアシストのひとつであるし、そのためには地図の利用が不可欠である。今までにない地図利用の手法や方法論の登場にも期待したいし、更にはルートマップや地質図という既存の表現方法を越えた、新たな情報視覚化技術の実現も十分にあると考えている。

## 6. おわりに

PC とその関連機器類は、これまで屋内を中心に発展してきた。そして現在、ポータブル PC は十分野外に持ち出せる性能・機能を持ち合わせるに至った。携帯電話が、デジタルカメラが、それぞれ 10 年ほどで当たり前の存在になったように、この先 10 年で状況は大きく変わることは十分に予想できる。しかし、野外調査の立場から現在の状況を鑑みるに、必ずしも楽観的でばかりもいられない。普及が見込まれる一方で、今でも問題視される「格差」が更に顕在化しないと限らない。すなわち、ユーザー側では使いこなせる者について行けない者、サプライヤー側では少数の勝ち組とそれ以外にはっきり分かれてしまうかもしれない。筆者らは、なるべく広く、しかし確実に、便利な社会が醸成されることを願っている。

野外における地質調査・研究は、きつい・つらいことが多いのも事実であるが、それでも新たな事実を発見したり、



従来とは違う解釈に気づいたりすることは楽しい。手間や労力を軽減できるなら、地質調査は一層楽しくなる。そんな将来のために、道具がより進化してくれることを願いたい。

**謝辞：**本論で紹介したアイデアは、実際に野外でのテストを通じて文字通り身をもって感じたことを主体としているものの、職場における日頃のコミュニケーションの中から生まれたものも多い。特に、川畑大作氏、伏島祐一郎氏には有益な情報を提供していただいた。また、森尻理恵氏の建設的なコメントにより、本稿は大幅に改善された。この場を借りて厚くお礼申し上げたい。

## 文 献

- Ahtonen, N., Idman, H., Kauniskangas, E., Kohonen, J., Kokkonen, J., Luukas, J., Palmu, J.-P. and Vuollo, J. (2009) Bringing geological mapping into the digital era — a finnish case. *Digital Mapping Techniques 2009 Workshop Proceedings, U.S. Geological Survey, Open-File Report*, 2009–1298, 145–148.
- Athey, J.E. (2011) Final results from 2010 Digital Field Mapping Technology survey. *Poster of Digital Mapping Techniques meeting, Williamsburg, Virginia, May 22-25, 2011*. Alaska Division of Geological & Geophysical Surveys, [http://www.dggs.alaska.gov/webpubs/dggs/po/oversized/po2011\\_005\\_sh001.PDF](http://www.dggs.alaska.gov/webpubs/dggs/po/oversized/po2011_005_sh001.PDF) (2012/02/15 確認)
- Brodaric, B. (2004) The design of GSC FieldLog: ontology-based software for computer aided geological field mapping. *Computers & Geosciences*, **30**, 5–20.
- Clegg, P., Bruciatelli, L., Domingos, F., Jones, R., De Donatis, M. and Wilson, R. (2006) Digital geological mapping with tablet PC and PDA: a comparison. *Computers & Geosciences*, **32**, 1682–1698.
- De Donatis, M., Antonello, A., Lanteri, L., Susini, S. and Foi, M. (2011) BeeGIS : a new open-source and multiplatform mobile GIS. *Digital Mapping Techniques 2009 Workshop Proceedings, U.S. Geological Survey, Open-File Report*, 2010–1335, 241–246.
- Jordan, C. (2011) BGS • SIGMAmobile; the BGS digital field mapping system in action. *Digital Mapping Techniques 2009 Workshop Proceedings, U.S. Geological Survey, Open-File Report*, 2010–1335, 49–55.
- Knoop, P. A. and van der Pluijm, B. (2006) Geopad and geopocket: information technology for field science education. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, **38**, 426.
- Li, Chao Ling (2008) The infrastructure and key techniques on digital geological survey system. *33rd IGC Abstract, IEI-02 Advances in digital data capture in geological mapping*, <http://www.cprm.gov.br/33IGC/1323038.html> (2012/02/15 確認)
- 日経パソコン編 (2011) 日経パソコン用語事典 2012. 日経 BP 社, 東京, 1151p.
- 吉川敏之 (2012) 汎用ポータブル PC を利用した野外調査の現状の利点と課題. *地質学雑誌*, **118**, 184–189.
- 
- YOSHIKAWA Toshiyuki and IWAYA Toshimitsu (2012) Possibility and expectancy for the use of portable personal computers in the field survey.
- 
- (受付: 2012 年 2 月 15 日)

# 誕生石の鉱物科学

## — 8月 ペリドット —

奥山 康子<sup>1)</sup>

カットと照り付ける太陽！ 湿気も手伝って、日本の夏は独特の過酷さで毎年めぐってきます。それでも、街中の街路樹、公園の木立、森や林などの木陰は、日差しの下とは別世界のように憩いを与えてくれます。

照り付ける太陽を透かす葉の緑のような宝石— 8月の誕生石「ペリドット」(第1図)は、まさしくそのような石です。涼やかな緑色は、強烈な日差しに焼け付く心をいやすかのようです。

地球科学になじみのある人なら、ペリドットとはかんらん石の宝石名であるのをご存知でしょう。そういえば、かんらん石の英名はオリヴィン olivine ですが、かんらん石が主要構成鉱物である岩石「かんらん岩」の英名は、ペリドタイト peridotite です。

かんらん石は固体地球にとって主役級の鉱物です。私たちが普通に見るかんらん石は、マグネシウムに富むケイ酸塩鉱物です。隕石の組成データなどを基にした地球全体の推定化学組成では、かんらん石の主成分元素であるマグネシウム、ケイ素そして酸素は、それぞれ第4位、第3位そして第1位にランキングされます(第1表)。これら元素は、地表付近に分布する岩石の化学組成に基づく上部地殻平均組成(日本列島上部地殻平均組成, Togashi *et al.*, 2000, にて代表)では、酸素が第1位、ケイ素が第2位とあまり変わらないのに対し、マグネシウムはアルミニウムとカルシウムおよびアルカリ元素に抜かれ、第8位と大幅に後退しています。順位変動は、地殻の岩石では長石に代表されるアルミノケイ酸塩鉱物が重要になることによると、直感的に分かります。

地球全体の平均組成でマグネシウムが16%に達するほど多量になるのは、地殻の下にあり「岩石圏」の大部分を占めるマントルが、かんらん岩組成であることによります。マントルの古典的ながら代表的な地球化学モデル「パイロライト」(Ringwood, 1970)は、マグネシウムに富むかんらん石と輝石から主に構成される岩石として理解されます。地球化学モデルのかんらん岩でも実際のかんらん岩で



第1図 オーバル・ブリリアントカットのペリドット。アメリカ、アリゾナ州産。1粒2.2カラット平均。

第1表 地球の化学的モデル組成<sup>1)</sup>

	日本列島表層部 <sup>2)</sup>	上部マントル <sup>3)</sup>	全地球 <sup>4)</sup>
O	48.04	43.9	32.44
Si	31.55	20.9	17.22
Ti	0.37	0.1	0.07
Al	7.75	2.3	1.51
Cr	(84)	0.3	0.43
Fe	3.77	6.7	28.18
Mg	1.52	22.9	15.86
Ca	2.79	2.5	1.61
Na	2.02	0.1	0.25
K	2.05		0.02
Ni	(38)		1.61
Mn	0.09		0.26
Co	(15)		0.09
S			0.70
P	0.05		0.12

- 1) 原著が酸化物 wt%表示の場合、原子 wt%に換算。ただし( )内は原著にて ppm 表示。
- 2) Togashi *et al.* (2000) による日本列島上部地殻平均組成。
- 3) Ringwood (1970)。
- 4) Allegre *et al.* (1995)。少数以下第2位までの wt%表示に統一。

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、ペリドット、かんらん石、地球化学モデル





第2図 高純度のマグネシウムかんらん石。  
ミャンマー, Mogok 産。画面横幅約 5 cm.



第3図 玄武岩中のマントルかんらん岩捕獲岩。  
中国河北省張家口産。

も、かんらん石は純粋なマグネシウムかんらん石  $Mg_2SiO_4$  ではなく、必ず少量の鉄かんらん石成分  $Fe_2SiO_4$  を含んでいます。緑色のかんらん石では、鉄は主成分元素なのです。純粋なマグネシウムかんらん石は、典型元素のみで構成されているため発色の要素がなく、無色です(第2図)。このようなかんらん石は、石灰岩の一種(ケイ質苦灰岩)が高温で変成作用を受けて生成することがあります。マグネシウムかんらん石や鉄かんらん石ではありません。かんらん石は2価金属イオンRについて、 $R_2SiO_4$ あるいは ${}^1R{}^2RSiO_4$ ( ${}^1R$ ,  ${}^2R$ は異なる2価金属イオン)という一般式であらわされる鉱物のグループであり、多くの仲間が知られています(第2表)。

第2表 かんらん石族の鉱物。

マグネシウムかんらん石系列	
マグネシウムかんらん石	$Mg_2SiO_4$
鉄かんらん石	$Fe_2SiO_4$
ニッケルかんらん石	$(Ni,Mg)_2SiO_4$
モンチチェリかんらん石系列	
モンチチェリかんらん石	$CaMgSiO_4$
灰鉄かんらん石	$CaFeSiO_4$
灰マンガンかんらん石	$CaMnSiO_4$
鉱物学的な共通点 斜方晶系, 空間群 Pbnm 単位格子あたりの分子数 Z=4	

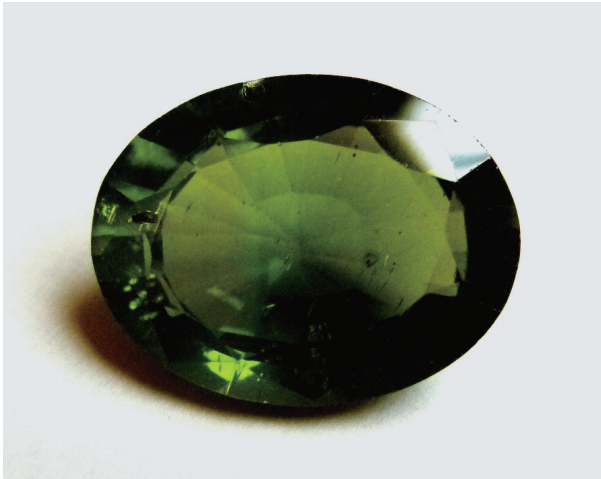
\* Strunz and Nickel (2001)より抜粋  
鉱物名は、加藤(2005)による

新鮮なマントルかんらん岩は、マントル直送のキンバレー岩やアルカリ玄武岩マグマなどが上昇中に取り込んだ捕獲岩として、地表で手に取ることができます(第3図)。宝石用ペリドットの代表的な産地の1つ、アメリカのペリドット・メサでは、マントル捕獲岩中の大粒のかんらん石結晶を採掘しています。この産地のペリドットは、約8%の鉄かんらん石成分を含んでいます。ペリドット・メサを始めとする宝石用のかんらん石は、明るい黄緑色が特徴です。夏の木の葉というより、若葉の色に近いかもしれません。この発色が、鉄かんらん石成分として含まれる少量の鉄、すなわち2価鉄イオンによるとされているわけです。

宝石は数多くあるといっても、主成分元素によって魅力ある色が生み出される例、すなわち「白色」の宝石は、実はあまり多くありません。ルビー、サファイア、エメラルドといった代表的な色石は、それぞれ微量のクロム、2価鉄とチタン、そしてクロムおよびヴァナジウムが発色させています。私が大学在学中に、当時の先端的トピックスであったマントル岩石学を専門としておられたA先生は、常々、「大概の宝石は微量成分に金を払っている」とおっしゃっておられました。かんらん石の宝石としての魅力が、主成分元素(ここでは鉄)によることが誇らしかったのでしょうか。

もっともケイ酸塩鉱物での2価鉄イオンの発色は、くすんだ緑色になりがちです。たとえば、地質標本館展示のヘデン輝石  $CaFeSi_2O_6$  の標本をご覧いただければ、お分かりいただけるでしょう。

ペリドットの色に関して、私にはほろ苦い失敗があります。



第4図 オーバル・ブリリアントカットのかんらん石.  
3.7g. パキスタン産.

今、日本はちょっとした鉱物ブームであり、各地で開かれるフェアは多くのディーラーとお客でにぎわっています。これらフェアでも人気なのは、残念ながら鉱物学的な標本ではなく、「ルース（裸石）」といわれる宝石カット・ストーンです。なにしろ指輪やペンダントの1/5から1/20程度の価格なので、こたえられません。

ある年のフェアで、私はちょっとした買い物をしました。長径が2 cmもあろうかというペリドットの裸石。なんとたった千円でした（第4図）。これはめっけものと、得意になって持ち帰ったものです。

宝石ペリドットには、「イブニング・エメラルド」という異名があります。19世紀末あたりの夜会の室内照明の下で鮮やかかつ重厚な存在感をもって輝く緑の宝石—そして本物のエメラルドより安価に手に入る大粒の宝石として、魅力的だったようです。今日買ったこのカット・ストーンこそまさにイブニング・エメラルドと、夕暮れの自宅で見とれていたのですが…

なにか違う、ちょっと違う、なんでえ？

はっと気付きました、これは典型的ペリドットより暗い緑色で、しかも茶色味を帯びているのではないかと。これは、ペリドットの色と言うより、英名 *olivine* の語源となったオリーブの実の色に近いんじゃない？

心配になって、後日ちょっとした分析を試してみたところ

…ああ、やっぱり！結果は、相当量の鉄が含まれていることを示していました。鉄かんらん石成分として20%近くになるでしょうか。これは、ソレイイトをはじめとする「よくある玄武岩」中のかんらん石として、珍しくない組成といえます。宝石としては、お値段相当の価値しかないでしょう。きっと私は、岩石屋としてなじみ深い濃色のこの「オリヴィン」に惹かれたのだと、寂しく納得することにしました。

ペリドット独特の明るい緑色の発色には、多くのペリドットで鉄より1桁少なく含まれるニッケルも寄与している可能性があります。天然ではニッケルを主成分とするニッケルかんらん石も知られていますが（第2表）、仮にペリドットの発色にニッケルの寄与の方が重要ならば、こちら「微量成分に金を払っている」組になってしまうでしょう。さて、実際はどうなのでしょう？ この話の続きは来年の8月といたしましょう。

## 文 献

- Allegre, C. J., Poirier, J.-P., Humler, E. and Hofmann, A. W. (1995) The chemical composition of the Earth. *Earth Planet. Sci. Letters*, **134**, 515–526.
- 加藤 昭 (2005) 鉱物種一覧. 小室宝飾, 東京, 319p.
- Ringwood, A. E. (1970) Phase transformation and constitution of the mantle. *Phys. Earth Planet. Interiors*, **3**, 109–155.
- Strunz, H. and Nckel, E. H. (2001) *Strunz mineralogical tables, 9<sup>th</sup> ed.* E. Scheizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 870p.
- Togashi, S., Imai, N., Okuyama-Kusunose, Y., Tanaka, T., Okai, T., Koma, T. and Murata, Y. (2000) Young upper crustal chemical composition of the orogenic Japan Arc. *Geochem. Geophys. Geosys.*, **1**, 2000GC0083 (電子ジャーナル).

---

OKUYAMA Yasuko (2012) Mineralogical science of birthstones — August Peridot —.

---

(受付: 2012年6月25日)



# シームレス地質図でたどる 幸田 文『崩れ』(第1回)

森尻理恵<sup>1)</sup>・中川 充<sup>1)</sup>・斎藤 眞<sup>1)</sup>

## 1.1 はじめに—個人的なきっかけ

まったくの偶然でしたが、著者の一人である森尻は、「ETV2002 祖母・幸田 文への旅」というテレビのドキュメンタリー番組を見ました。これは、エッセイスト青木奈緒（1963～）が、祖母である作家幸田 文（1904～1990）が70歳を過ぎてから山の崩壊を取材した作品『崩れ』の現場を、25年後に再訪するというものでした。この時のルポルタージュは、青木奈緒本人によって『動くとき、動くもの』（2005）としてまとめられています。この本も番組も「老齡の祖母・幸田 文は自ら崩壊地に立って、何を考え、何をしようとしたのか、25年後に、祖母が訪れた崩壊地をたどる追体験の旅を追いながら、彼女の視点から幸田 文のひとと作品を探る。」という部分に主眼が置かれていますので、地球科学的にどうこうというものではありません。

しかしながら、この青木奈緒の本とテレビ番組を通じて、幸田 文が崩壊地形に興味を持ち、実際に尋ね歩くことに並々ならぬ情熱を注いでいたことを私は初めて知り、いささか衝撃を受けました。今まで自分が漠然と抱いていた幸田 文の作品とまるで違うものを突き付けられた気がしました。幸田 文の『崩れ』（第1図）を早速購入して読みました。そして圧倒されました。地球科学がこれほど力強く美しく、正面から語られている作品も少ないだろうといたく感動したのです。

『崩れ』は、「婦人之友」に1976年から1977年にかけて14回に分けて連載された随筆です。連載が終わってもことあるごとに手直しをしていたようで、生前に出版されることはありませんでした。幸田 文の死後、1991年に娘の青木 玉（1929～）によって1冊にまとめられようやく出版されたのです。

『崩れ』に出てくる崩壊地形は、おおや大谷崩れ（静岡県）、とんび山崩れ（富山県）、富士山の大沢崩れ、日光男体山の崩れ、やま碑田山崩れ（長野県）、桜島、有珠山に及びます。もちろん



第1図 『崩れ』幸田 文（講談社文庫）の表紙。

ん雑誌の企画ですから、砂防事務所と連絡を取り、一般人の入れないところにまで連れて行ってもらい、時にはおぶってもらって山道を進んだようです。

富士山の大沢崩れを訪ねた時の記述を少し引用します。この時の富士砂防工事事務局長さんの言葉に作家は敏感に反応しています。

「だいたい崩れるとか、崩壊というのは、どういうことなんでしょうか」

そうねえ、と所長さんはちょっと間をおいて、地質的に弱いところと言いましょかねえ、という。ふしぎなことにこの一言が鎮静剤のように効いて私は落付いた。はっきりいえば、弱い、という一語がはっとするほど響いてきた。私はそれまで崩落を欠落、破損、減少、滅亡というような、目で見える表面のことのみ思っていた。弱い、は目に見る表面現象をいっているのではない。地下の深さをいい、なぜ弱いかを指してその成因にまで及ぶ、重厚な意味を含んでいる言葉なのだった。知識をもつ人ともたない者との、ものの思い方の違いがくっきりと浮かんでいて、私のあたふたした騒がしさは消されたのだろうと思う。（幸田 文『崩れ』講談社文庫、35-36頁より）

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード：シームレス地質図、幸田文『崩れ』、地すべり、地理情報システム（GIS）、Google マップ

山の崩れやすさの違いは地質が違うから、という、地球科学をやっている人であれば何となく常識として持っている知識がこんなに感動されるのかと驚きました。そして、この面白さを何とか紹介したいと考えるようになりました。しかし、私自身は地すべりや崩壊地形の専門家ではなく、ましてや幸田文学の研究者でもありません。いわば「門前の小僧」が習わぬ経を平然と読むようなおこがましいことをしてしまって良いのかとずっと躊躇していました。

あるとき、20万分の1 シームレス地質図の紹介をする機会があり、表示例を考えていたら、ふと、この『崩れ』という作品を紹介できないかと思いつきました。やってみると結構面白いのです。これでいこうと決めました。

この連載は（全11回）、『崩れ』という随筆作品の紹介でもあり、シームレス地質図の紹介でもあります。連載に当たって、森尻一人では心許ないので、共著者の中川、斎

藤に助力を仰ぎました。地質と文学の両面から、日本の有名な崩壊地形について、思いを馳せていただければ幸いです。

## 1.2 シームレス地質図

幸田 文の本を読む前に、シームレス地質図について少し紹介しておきます。産業技術総合研究所 地質調査総合センターでは、2001年度より20万分の1地質図をベースとした、全国統一凡例による20万分の1日本シームレス地質図（20万分の1日本数値地質図）の作成を行っています。これらはWeb上で公開されている（http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db084/index.html）ほか、DVD（産業技術総合研究所地質調査総合センター編、2009）で出版されています。また、「シームレス地質図」という名称



第2図 シームレス地質図トップページ。  
太い破線で囲んだ部分をクリックする。



は産業技術総合研究所 地質調査総合センターの登録商標となっています(登録第 5435691 号 2011 年 9 月 2 日登録)。

地質図の電子化, シームレス化に関する考えや経緯は脇田ほか(2006, 2008)などにまとめられていますので, そちらをご覧ください。

従来の紙に印刷された 20 万分の 1 地質図幅では, 作成した時代の地球科学観や作成者の違いなどによって, 地質図幅ごとに凡例が異なっていることが多く, 図幅境界で地質境界線や断層・褶曲構造がつながっていないことが多くありました。各種地球科学情報の基図として, 特に地理情報システム(GIS)の上で地質図を利用するために, 日本全体を統一した凡例(基本版 194, 詳細版 386)でまとめて数値化を行いました。数値化を行ったことで, 最新の研究成果に応じて改訂版を比較的容易に作成できるようになりました。

現在, Web 上では, 2011 年 2 月より Google マップの上に重ねて表示されています(西岡・野々垣, 2011)。また, 同年 4 月からはスマートフォン, iPad 版も公開されました(北尾ほか, 2011)。さらに, 12 月からは, 地質図データを従来のラスター画像に加えて shape ファイルでもダウンロード可能になっています。また, 重力図, 空中磁気図の WMS 配信も行われていますので, 様々な情報を重ね合わせてシームレス地質情報を有効に利用していただきたいと考えています。

シームレス地質図にアクセスすると第 2 図のようなトップページが現れます。太い破線で囲んだところをクリックすればグーグルマップに重ねられたシームレス地質図が現れます。ぜひご覧になってみてください。

## 文 献

- 青木奈緒(2005)動くとき, 動くもの。講談社文庫, 東京, 333p.
- 北尾 馨・西岡芳晴・根本達也・川畑大作(2011) モバイル環境に最適化したシームレス地質図配信サービス。日本情報地質学会誌, 22, no. 2, 60-61.
- 幸田 文(1994)崩れ。講談社文庫, 東京, 206p.
- 西岡芳晴・野々垣(眞坂)淑恵(2011) 新タイルサービスの考案とシームレス地質図への適用。日本情報地質学会誌, 22, no. 2, 56-59.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター(編)(2009) 20 万分の 1 日本シームレス地質図 DVD 版。数値地質図 G-16.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター(編)(2012) 20 万分の 1 日本シームレス地質図データベース(2012 年 6 月 15 日版)。産業技術総合研究所研究情報公開データベース DB084, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, <http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db084/> (2012/06/15 確認)
- 脇田浩二・井川敏恵・宝田晋治(2006) 新しいコンセプトによる 20 万分の 1 日本シームレス地質図。地質ニュース, no. 620, 27-41.
- 脇田浩二・井川敏恵・宝田晋治・伏島祐一郎(2008) シームレスな 20 万分の 1 日本地質図の作成とウェブ配信—地質図情報の利便性向上と有益性拡大を目指して—。Synthesiology, 1, no. 2, 82-93.

---

MORIJI Rie, NAKAGAWA Mitsuru and SAITO Makoto (2012) Seamless Digital Map of Japan shows landslide slopes in "KUZURE" written by Aya Koda.

---

(受付: 2012 年 5 月 29 日)

## 新刊紹介

### 地球惑星科学入門

在田一則・竹下 徹・見延庄士郎・渡部重十 編著

北海道大学出版会

2010年11月出版

A5判 452頁

ISBN: 9784832981959

価格: 2,800円+税

近年、地球規模の自然災害、原発事故による汚染やレアメタル等の資源枯渇問題等が、マスコミによって取り上げられる機会が増えてきた様に思える。これらの情報を正しく理解するためには、広域にわたる系統だった地球惑星科学の学習が必要であるが、これに適した教科書として、「地球惑星科学入門」と題する書籍が北海道大学出版社から発行されたので、GSJ地質ニュースの読者にご紹介したいと思う。

本書は文字通り地球惑星科学分野の入門書である。そのため広い分野を網羅しており、第I～IV部の4部構成(全33章)となっている。各章は北海道大学の地球科学関連分野の教員43名がそれぞれの専門的立場から執筆を分担しており、これを在田一則先生ら4名によって1冊で完結した教科書としてとりまとめられた。

以下に、本書の目次を概観する。

第I部では「固体地球の構造と変動」が解説されており、(第1章)地球の形、重力と地磁気、(第2章)地球の内部構造と構成物質、(第3章)地球を作る鉱物と岩石、(第4章)大陸移動とプレートテクトニクス、(第5章)地震はどこで、なぜ起こるか? (第6章)日本列島付近で生じる地震と地震津波災害・地震予知、(第7章)火山活動はどこで、なぜ起こるか? (第8章)火山噴火と火山災害・噴火予知、の8章から構成されている。

第II部では「地球の歴史と環境の変遷」が解説されており、(第9章)河川の働きと地形形成、(第10章)堆積作用と堆積岩、(第11章)ランドスライド、(第12章)地球エネルギー資源、(第13章)金属鉱物資源と社会、(第14章)地球の誕生と大気・海洋の起源、(第15章)海洋地殻と大陸地殻、(第16章)地球環境の変遷と生物進化、(第17章)人類進化と第四紀の環境、の9章から構成されている。

第III部では「大気・海洋・陸水」が解説されており、(第18章)大気の構造と地球の熱収支、(第19章)地球大気の循環、(第20章)大気の運動の基礎、(第21章)大気の熱力学と雲・降水形成過程、(第22章)天気を支配する諸現象、(第23章)海洋の組成と構造、(第24章)海洋の循環、(第25章)海洋の観測と潮汐、(第26章)地



球と陸域の水循環、(第27章)氷河と氷河時代、(第28章)大気海洋相互作用とエル・ニーニョ、モンスーン、(第29章)地球環境変動と水圏・気圏の変化、の12章から構成されている。

第IV部では「宇宙と惑星」が解説されており、(第30章)宇宙とその進化、(第31章)太陽系の成り立ちと運動、(第32章)惑星と衛星、(第33章)太陽と宇宙空間、の4章から構成されている。

各章には、その内容に関連したBoxと称するコラムが付記され、本章には盛り込めなかった最新のトピック的な研究や、より深い内容をカバーしている。この他にも巻頭にはカラー版のグラビアが9ページ掲載されており、また、表紙や裏表紙の裏の誌面も地質年代表、元素周期表等の図表によって埋め尽くされている。

カバーと扉には橋本佑佳さんによる46億年の地球史をイメージした独創的なイラストが描かれている。450ページを超え、これだけ広範囲の内容を網羅しながら2,800円という低価格設定も、北海道大学のスタッフの地球惑星科学教育に対する熱い思いを示していると私は感じ取った。

我々のような地質分野の研究者から見ても、本書は最新の宇宙・太陽系・地球の最新の知識を得られるとともに、環境・エネルギー問題などと地球惑星科学の各分野との関わりを学ぶための教科書として完結しており、大学一般教育で使われている他の教科書と内容を比較して見ても格段に完成度が高いと感じる。ちなみに、地球惑星科学分野の他の教科書で、43名もの著者が執筆を分担した例を私は知らない。また、本書において著者らは、専門用語を減らし極力平易な文章を使って丁寧に解説するようになされており、地球惑星科学に広く関心を持つ一般社会人、特に中学校や高等学校の理科教員の皆様には、その入門書として是非お勧めしたい。

(産総研 地質情報研究部門 七山 太)



露頭の風景 写真家の視点

斉藤 麻子

インターネットや日曜の地学シリーズ（築地書館）を参考に露頭を探していたところ、地獄のぞき、百尺観音や日本寺大仏の磨崖仏が面白い題材になるのではないかと思います。千葉県のこぎりやまの鋸山が目に留まりました。実際に現地に行ってみると、不自然な鋸山の山稜と初めて目にする石切り場跡、明瞭に観察できる向斜構造など、想像以上の光景に次々と遭遇し、フィルムの残り本数が気になるほど収穫の多い1日となりました。そのなかで海岸にある不動岩を撮影しようとした際、近くに今回の露頭を見つけました。青い空と海を背景に、白灰色の模様を有した露頭は美しく映えて、何か大きな船の舳先かクジラの前頭部に人が乗っているよ

うにも見受けられました。また、偶然にも釣り人がスケールの役割を果たしてくれたのは幸運でした。季節、天候、日時によってこの露頭はどのように変化した姿を見せるのか、その時々の空や海が岩肌にどのように反映されるのか、何度でも訪れて撮影したいと思える露頭です。しかし、この日1日で撮影しきれなかった場所を含めて是非とも再訪したいと思うのですが、海岸線を走る国道127号線の歩道は非常に狭く、特にトンネルでは身の縮む思いで歩いたことを思い出すと、躊躇してしまうのが残念なところ

地質屋の視点

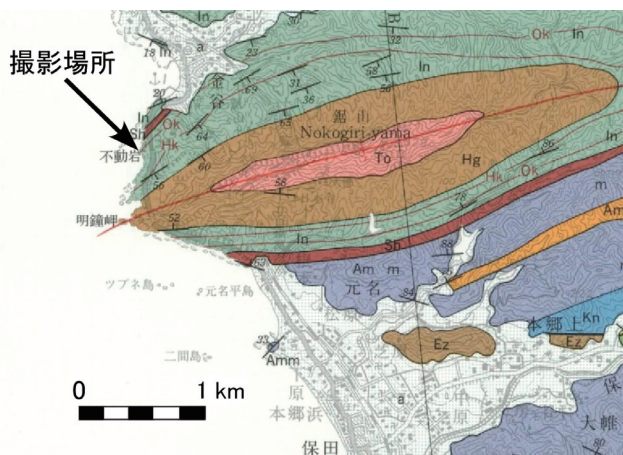
及川 輝樹

表紙写真の露頭は、房総半島の千葉県ふつつ かなや富津市金谷の鋸山の北西海岸沿いに露出する約600～400万年前の後期中新世から鮮新世の三浦層群（安房層群ともいう）稲子沢層の地層です。房総半島と三浦半島は兄弟のような半島で一連の同じ地層が分布するため、地層には“房総”なのに“三浦”の名前がついています。それでは、なぜ一連の地層だとわかったのでしょうか？三浦半島や房総半島を構成する地層には多数の火山灰などの火山噴出物（火砕岩）が挟まれています。それらの特徴を丹念に明らかにし、丁寧に分布を追っていった結果、両方の半島の地層に同じ火山噴出物が挟まれていることがわかりました。同じ連続した地

層が別々の半島で顔を出していることがわかったのです。表紙写真の露頭周辺にも凝灰岩質の砂岩・泥岩に多くの火山噴出物が挟まれていることが知られています。しかし、房総半島や三浦半島の周辺には現在火山がありません。一番近い伊豆大島火山からも50kmも離れています。三浦層群に含まれている火山噴出物は粗く、すぐ近くで火山噴火が起きていたと考えられますので、今、近くに火山がないことは不思議です。実は、三浦層群に火山噴出物をもたらした火山は、本州孤の下に沈み込んだか一部衝突・付加し、当時と異なる位置に移動してしまったと考えられています。これは、伊豆-小笠原孤の本州孤への衝突によるもので、伊豆半島の衝突や関東地方の地形の成り立ちなどに深く関係がある出来事です。

文献

- 鈴木尉元・小玉喜三郎・三梨 昂（1990）那古地域の地質。地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，48p.
- 高橋雅紀（1998）房総半島に分布する海成中新統に挟在するスコリアの起源とテクトニックな意義。地質調査所月報，49，157-177.
- 卜部厚志（1992）三浦・房総半島の三浦層群における火砕鍵層対比—重鉱物組成と化学組成による再検討—。地質学雑誌，98，415-434.



5万分の1地質図「那古」（鈴木ほか，1990）の一部に加筆。Inが三浦層群稲子沢層で、Hgは上位の軟生層。Toは上総層群竹岡層。In中に線で示されたOk、Hkはそれぞれ火砕岩鍵層。

## ネパール自然科学研究所 (NINS) からの来訪

利光誠一・渡辺真人・下川浩一・中澤 努 (産総研 地質標本館), 高橋 浩 (産総研 地質分野研究企画室)

2012年2月1～5日に、ネパール自然科学研究所 (National Institute of Natural Sciences : NINS) から3名の職員が地質標本館を来訪されました (写真1)。訪問の目的は、NINSの博物館とGSJの地質標本館との間で今後の協力関係を結ぶための意見交換です。NINSは日本の国立科学博物館にあたる組織で、地質部門がないということですが、鉱物・化石等の標本は所蔵しており、それらの標本の有効な活用方法などに関する技術的なアドバイス、博物館を活用した教育活動などの進め方、アウトリーチのノウハウなどに関して協力を得たいということです。

今回来日されたのは、訪問団代表者のLaxmi Pariyal氏、事務官のUrmila Malla氏、キュレーターのRam Chandra Pun氏の3名です。一行は2月1日午後の便で来日し、2月2日朝に来所され、まずは地質分野研究統括の山崎正和理事、佃 栄吉GSJ代表、加藤碩一産総研フェローと挨拶を交わした後、イノベーション推進本部の国際部を表敬訪問されました。その後、サイエンススクエアつくば、

地質標本館の展示と標本収蔵庫を見学していただきました。2月3日午前にGSJのミッションと研究概要の説明、地質標本館の活動紹介をしたあとに、今後の協力関係について協議しました。今回は初めての訪問であることから、両機関の協力関係の方向性の確認にとどめましたが、具体的な協議は、メールなどで情報交換を重ねていき、次回の実務者の訪問時に進めることとなりました。今回の協議で確認されたのは、NINSとGSJの両博物館間での標本の交換、アウトリーチや青少年への教育のノウハウ提供に関する協力関係があげられています。この協議が終わって、一行はJAXA展示館の見学および筑波山巡検に出かけました。2月4日には、東京へ視察に出かけ、2月5日の便で成田空港から帰国されました。

一行の滞在期間中は、GSJ職員と歓迎会や懇親会を行い、親睦を深めることができました。世界最高峰の山々を有し、地球科学の面からも興味深いネパールとの協力関係について、今後の協議の進展に努めていきたいと考えています。



写真1 NINS一行との集合写真。



## 香港ジオパークと地質標本館を結ぶインターネット授業

利光誠一・渡辺真人・青木正博（産総研 地質標本館）

2012年2月7日に、香港とつくばの間でインターネットを介した授業を行いました。このインターネット授業を香港ジオパークではE-classroomと呼んでおり、香港ジオパークと外国のジオパークを結んで、これまで何度か開催してきたということです。今回は、地質標本館が相手となり、1階ホールを会場にして、渡辺、青木の2名が講師として出演しました（写真1）。香港では、Bank of Chinaの1階会議室にLaw Ting Pong中学校の生徒25名が控えて授業の開始となりました。互いに挨拶を交したあとで、渡辺から日本のジオパーク活動への取り組みの紹介、青木から地質標本館の活動の紹介をしました。続いて、前日から中継のため来館していた香港ジオパークのKa-ming Yeung

氏とYu-nam Chan氏が、地質標本館内で撮影・編集した展示の紹介ビデオを流しました。また、彼らが来館に先立ち訪問して準備した阿蘇ジオパークや室戸ジオパーク、そして宮崎県高千穂峡のジオサイトでの取材ビデオも流して香港の中学生に紹介しました。このあと、館内の展示に関するクイズ2題を地質標本館側から発して、香港の中学生が回答しました。香港の中学生からは、火山に関する質問があり、これに地質標本館側から回答しました。香港には現在活動している火山はありませんが、ジュラ紀のカルデラ湖の堆積物や、当時の火山から噴出した厚い溶結凝灰岩が知られており、そこに発達する柱状節理が香港ジオパークのシンボルとなっています。このため、香港でも火山への関心が高いようです。

当初、30分授業の予定でしたが、香港の中学生の熱心さもあり、授業は1時間ほどに延長されました（写真2）。インターネットの発達した現在ではこのような双方向の遠隔授業も可能となりますので、今後いろいろな博物館やジオパークを結んで中継授業が行われるようになるものと思われます。地質標本館でも検討していきたいと思っています。



写真1 インターネット授業の様子。  
地質標本館1階ホールを会場にして、右から、日本側で司会を務めたChan氏、講師の渡辺、青木、手前は中継のディレクターを務めたYeung氏。



写真2 インターネット授業の様子。  
無事授業が終了して、別れの挨拶をしているところ。

## 第23回 自分で作ろう!!化石レプリカ“ウミサソリ”

吉田清香・利光誠一・坂野靖行・兼子尚知（産総研 地質標本館）、奥脇 亮・猪瀬弘瑛（筑波大学）

2012年3月17日（土）に、地質標本館の恒例イベントである「第23回 自分で作ろう!!化石レプリカ」を開催しました（第1図）。レプリカの基となる化石は、「ウミサソリ」を採用しました。今回使われた化石標本は、アメリカ合衆国ニューヨーク州産で、古生代シルル紀後期（およそ4億2千万年～4億1千万年前）の化石です。三葉虫やアンモナイトは良く耳にするため知っている子供は多いのですが、「ウミサソリ」は初めて聞いた、という子供たちが多かったようです。そのため大変興味深く見本の化石に見入っていました。

化石のウミサソリそのものの体長はおよそ13 cmですが、背後の岩石も一緒のため、レプリカ自体の大きさは縦16 cm×横10 cmと大きなものです。地質標本館の近隣に住んでいる子供たちは、産総研や他の施設で行われている化石レプリカ作りのイベントに参加した事が多いようですが、大体は小さな化石のレプリカを作る事が多いため、今回作る大判の化石レプリカに期待している様子でした。

イベント開催時はあいにく雨の降る寒い日だったため、地質標本館の入館者数自体も90名程度とまばらでした。その内約半数の49名の方々にレプリカを作製して頂きました（第2図）。今までよりも参加者が少なかったのですが、その分、より丁寧に対応する事ができました。イベント参加者には小学生とその保護者が多かったのですが、中学生の団体もありました。中学生は、すでに該当する地質時代について勉強しているため、とても良い体験学習になっているようでした。また、外国からの参加者（留学生）もあり、楽しそうに石膏を練ったり、ウミサソリについての質問をしたりする様子が印象的でした（第2図）。また、今回、できあがりのレプリカが大きい分、使用する石膏の量が多いため、小さな子供たちにとっては混ぜるのが大変だったようです。最後に完成したレプリカを渡します（第3図）。固まっているとはいえ、石膏模型はまだ水分をたくさん含んでいる状態ですので、家に帰って一晩乾燥させるように

The poster features a green header with the event title in white and yellow. Below the header, the date, time, location, and cost are listed in red and black text. A central section describes the activity of making a replica from a fossil and plaster, with a small image of a fossil. At the bottom, there is a drawing of a scud scorpion and a callout box with additional facts. The footer contains the name of the organizing institution and contact information.

**第23回 自分で作ろう!!化石レプリカ**

**日時：2012年3月17日（土）**  
**受付：9時30分～15時**  
**場所：地質標本館 多目的室**  
**参加費：無料**  
**予約：不要** ※30分ごとに4～5名ずつ作業開始となりますので、かなりの待ち時間を要する場合があります。

**本物の化石**からとったゴム型に石膏を流し込んで、本物そっくりのレプリカ（模型）を作製する体験ができます。今回は、古生代の海で繁栄した節足動物の一つである“ウミサソリ”の化石レプリカ作りに挑戦しましょう。

作業時間は10～15分ほどかかります。レプリカの石膏が固まるまで30分ほどかかります。その間、ぜひ地質標本館を見学してください。30分後にはできあがりです。家に持ち帰って色を塗ると、あなただけの“化石コレクション”になります。

ウミサソリ類はオルドビス紀からデボン紀までの間繁栄していたんだ。水棲の肉食動物で、長い扇状の脚は泳ぐために使われていたよ。ウミサソリ類の最も大きな種は、2.5mもあるんだよ!

**“ウミサソリ”**

独立行政法人 産業技術総合研究所 地質標本館  
茨城県つくば市東 1-1-1  
TEL:029-851-3750  
http://www.gsl.jp/Musej

第1図 イベント告知のポスター。

伝えましたが、子供たちにとってはそれも待ち遠しいようでした。

今回のイベントは地質標本館側のスタッフ6名（筑波大学からの協力者2名を含む）に加え、千葉大学からの博物館実習生8名の計14名が指導にあたりました。

昨年は震災の影響もあり化石レプリカ作りイベントも中止となりましたが、今年は無事開催することができました。これからも皆さんに地質学へ興味を持ってもらえるイベントに力を入れたいと考えております。





第2図 作業の様子。  
説明を聞いた後（左上）、石膏と水を手に取り（左下）、良く混ぜて型に流し込む。その後、型ごと振動させて練った石膏の中に含まれている気泡を抜く（右上）。

第3図 完成したレプリカを手渡しているところ。  
手渡す際に、完全に石膏が乾燥するまでは丸一日程度かかる事などの注意事項を伝える。



## 平成 24 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰（科学技術賞・開発部門）を受賞

### 活断層・地震研究センター

活断層・地震研究センターの澤井祐紀 主任研究員, 宍倉正展 研究チーム長, 佐竹健治 教授 (東京大学), 行谷佑一 研究員, 岡村行信 研究センター長が, 本年度の文部科学大臣表彰 (科学技術賞・開発部門) を受賞しました。受賞対象の研究は, 「日本海溝における巨大津波の復元方法の開発」です。昨年の東北地方太平洋沖地震でマスコミ等でも大きく取り上げられた西暦 869 年貞観地震の津波を復元したものでした。この研究では, 宮城県から福島県の沿岸域で 350 力以上高密度で津波堆積物の分布状況を把握し, 同時に, 化石の分析から, 巨大津波に伴って沿岸域が大きく沈降していたことを明らかにしました。またこれらの地質調査に基づいて数値シミュレーションを実施し, 貞観地震の規模を M8.4 以上と具体的に示しました。さらに, 同じような巨大な津波が 450 ~ 800 年間隔で発生していたことも明らかにしました。

津波堆積物という地質記録と津波発生の物理に基づく数値計算を組み合わせた研究手法が過去の巨大津波の解明に有効であり, 沿岸域の地震・津波防災計画立案に重要な役割を果たすことを示しています。 (文責: 桑原保人)



写真 授賞式での受賞者たち (撮影: 広報部 谷田部信郎氏)。

### 【スケジュール】

7月18日～9月30日	地質標本館 夏の特別展 「ミクロな化石で地球を探る-微化石と地質調査-」 (産総研, つくば)
8月20～22日	日本第四紀学会 2012 大会 (立正大学, 熊谷)
8月21～24日	第48回熱測定討論会(JCCTA48)およびThe 15th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry (ICTAC15) (近畿大学, 東大阪市)
8月21～23日	日本進化学会 第14回 東京大会 (首都大学東京, 八王子)
8月22～23日	第30回有機地球化学シンポジウム(東北大学, 仙台市)
8月24日	地質標本館化石クリーニング教室 (産総研, つくば)
8月25日	地球何でも相談日 (地質標本館)
8月27～29日	7th International Conference on Mineralogy and Museums (Dresden, Germany)
9月11～13日	資源・素材 2012 (秋田大学, 秋田市)
9月11～13日	2012 年度日本地球化学会年会 (九州大学, 福岡市)
9月14～16日	第29回歴史地震研究会 (横浜開港資料館)
9月15～17日	日本地質学会第119年学術大会(大阪府立大, 堺)
9月15～17日	地質情報展 2012 おおさか (大阪市立自然史博物館)
9月16～21日	39th IAH Congress (Niagara Falls, Canada)

### ◆ 編集後記 ◆

8月号の表紙写真は房総半島 鋸山の北西海岸沿いに露出する地層です。青く澄んだ空と海を背景にした白灰色の砂岩泥岩互層は鮮やかで, この夏の暑さを忘れさせてくれます。本誌の名物コーナーとも言える写真家(斎藤麻子氏)と地質屋(及川輝樹氏)それぞれの視点による表紙解説もご堪能ください。巻頭記事は須藤氏によるトルコ中部の特徴的な地質についての紀行文(その2)です。大変長らくお待たせしましたが, これは5月号の続編となります。須藤氏の軽快な文章とともに, 日本ではお目に掛かれない景色もお楽しみください。吉川氏からは地質調査でのデジタル入力についてご寄稿いただきました。野外調査に携わる方はもちろん, そうでない方にも興味深い内容です。また, 今号から2編の連載がスタートします。一つは奥山氏による「誕生石の鉱物科学」です。8月の誕生石は涼やかな緑色が特徴のペリドットです。青木氏による口絵も併せてご覧ください。もう一つは森尻氏らによる「シームレス地質図でたどる幸田 文『崩れ』」です。地質と文学の両面から崩壊地形を考えるととても面白い企画です。両連載の記念すべき第1回目をお見逃しなく。ニュースレターは, 利光氏らによる「ネパール自然科学研究所からの来訪報告」「香港ジオパークと地質標本館のインターネット授業報告」, 吉田氏らによる「化石レプリカ“ウミサソリ”作りのイベント開催報告」です。その他, 口絵として「地質情報展 2012 おおさか」と「地質標本館夏の特別展」のポスター, 七山氏による新刊紹介, 文部科学大臣表彰の受賞報告がございます。お楽しみください。

(8月号編集担当: 今西和俊)



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 北川有一  
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

事務局  
独立行政法人 産業技術総合研究所  
地質標本館  
TEL : 029-861-3754  
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

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

GSJ 地質ニュース 第1巻 第8号  
平成24年8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 前田印刷株式会社

© 2012 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: Yuichi Kitagawa  
Mituhiko Sugihara  
Takeshi Nakajima  
Futoshi Nanayama  
Rie Morijiri  
Hiroshi Makimoto  
Mahito Watanabe  
Wataru Miyauchi  
Design &  
Layout Akiko Kanke

Secretariat  
National Institute of Advanced Industrial  
Science and Technology  
Geological Survey of Japan  
Geological Museum  
Tel : +81-29-861-3754  
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ Chishitsu News Vol.1 No.8  
Aug 15, 2012

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

Maeda Printing Co., Ltd

© 2012 Geological Survey of Japan, AIST  
<http://www.gsj.jp>

