

## 特集：地学教育における地図の活用

### 【論 説】

# 読めて使える美しい火山地質図を安価で市場に出す

早川 由紀夫<sup>1)</sup>・萩原 佐知子<sup>2)</sup>・野村 正弘<sup>3)</sup>・小山 真人<sup>4)</sup>

キーワード：火山，地質図，浅間山，伊豆，放射能汚染

## 1. はじめに

地形図と比べると地質図は専門的であり難解である。一般の人には、地質図は何が表現してあるかわからない無意味な地図に見えるらしい。無用の長物らしい。地質図を今のように、専門家だけのものに留めておくのはいかにももったいない。一般の人にも広く使ってもらいたいと私たちは考えた。学校教育でも使いたい。地質図が学校で広く使われるようになるためには、有用な情報がそこから読み取れなければならない。火山の地質図は、過去に起こった噴火で被災した範囲を読み取ることができる。この長所をとことん拡大することを、私たちは目指した。

地図は美しくなければならない。部屋の壁に貼って眺めて楽しめる品質でなければならない。限られた面積の壁面を奪い合う競争相手は、絵画であり、ポスターであり、毎年のカレンダーだ。この競争に勝つためには、地質図に用いる基図に陰影レリーフをつけて地形に立体感を出す装飾表現が必須となる。

そして地図は安価でなければならない。私たちは、従来の地質図と比べると破格の500円に値段を設定した。そして、入手しやすくなければならない。地元の書店や観光施設に置いてもらうほか、インターネットでも注文を受け付けた。

最初につくった地質図は『浅間火山北麓の2万5000分の1地質図』（以下では浅間北麓地図と呼ぶ）である。2007年7月に2000部印刷した。幸いにも売り尽くすことができたので、改訂版を2010年3月に3000部印刷した。同年5月には、5万分の1縮尺で浅間山麓全体をカバーした（図1）。

浅間山で開発した手法を伊豆半島にも持ち込んで、『火山がつくった伊東の風景』（図2）を2009年3月に4500部印刷した。伊豆半島の火山シリーズは、その後、天城・西伊豆・中伊豆・奥伊豆と増えて、最終的に5葉になった。2012年8月には、『福島第一原発事故の放射能汚染地図』の印刷にもこの手法を応用した（表1）。

ここでは、最初の浅間北麓地図をつくった時の手順と工夫を、原図・製図・印刷・販売に分けて説明する。早川が浅間山の著者、小山が伊豆半島の著者である。萩原が製図、野村が印刷調整を担当した。

## 2. 読めて使える地質図をつくる

浅間北麓地図をつくるために、野外で微地形をよく観察して地層の分布限界を精度よく決めた原図を2万5000分の1で用意した。その表現力を、先行した5万分の1地質図（八木，1936；荒牧，1962，1993）と比べてみてほしい。表現力だけでなく、地質図に盛り込んだ浅間山の噴火史解釈も従来と大きく異なる。どこがどう違うかは、早川（2010）に詳述した。

火山の地質図は、過去に起こった噴火を図示したものである。それは歴史的事実を示しているから、将来その火山が噴火した時ハザードマップとして大いに役立つと期待される。過去の噴火事例を見れば、同様の噴火で被災する範囲が予想できるからだ。浅間山の地質図2葉は、このように防災を強く意識してつくった。一方、伊豆半島の地質図5葉は、防災よりもジオパークを強く意識してつくった。それぞれ著者の意向である。

## 3. 美しく製図する

製図作業をデジタル化すると、さまざま工夫を凝らすことができる。地質図を美しく仕上げるができる。

国土地理院の2万5000分の1地形図に地質境界を鉛筆で手書きして用意した原図をスキャナーにかけて電子ファイルを作成した後、イラストレーターで開いて地質境界をトレースした。国道など強調したい要素もトレースした。できあがったベクターデータをフォトショップでビットマップに置き換えてから、国土地理院の地形レリーフデータ「数値地図25000」と合成した。

製図を担当するデザイナーと著者の打ち合わせは、SNSを利用して密に行った。デザイナーによるトレースには著者が意図しない表現が必ずできる。それに赤

<sup>1)</sup> 群馬大学教育学部 <sup>2)</sup> (株) チューブグラフィックス  
<sup>3)</sup> 駿河台大学メディア情報学部 <sup>4)</sup> 静岡大学教育学部

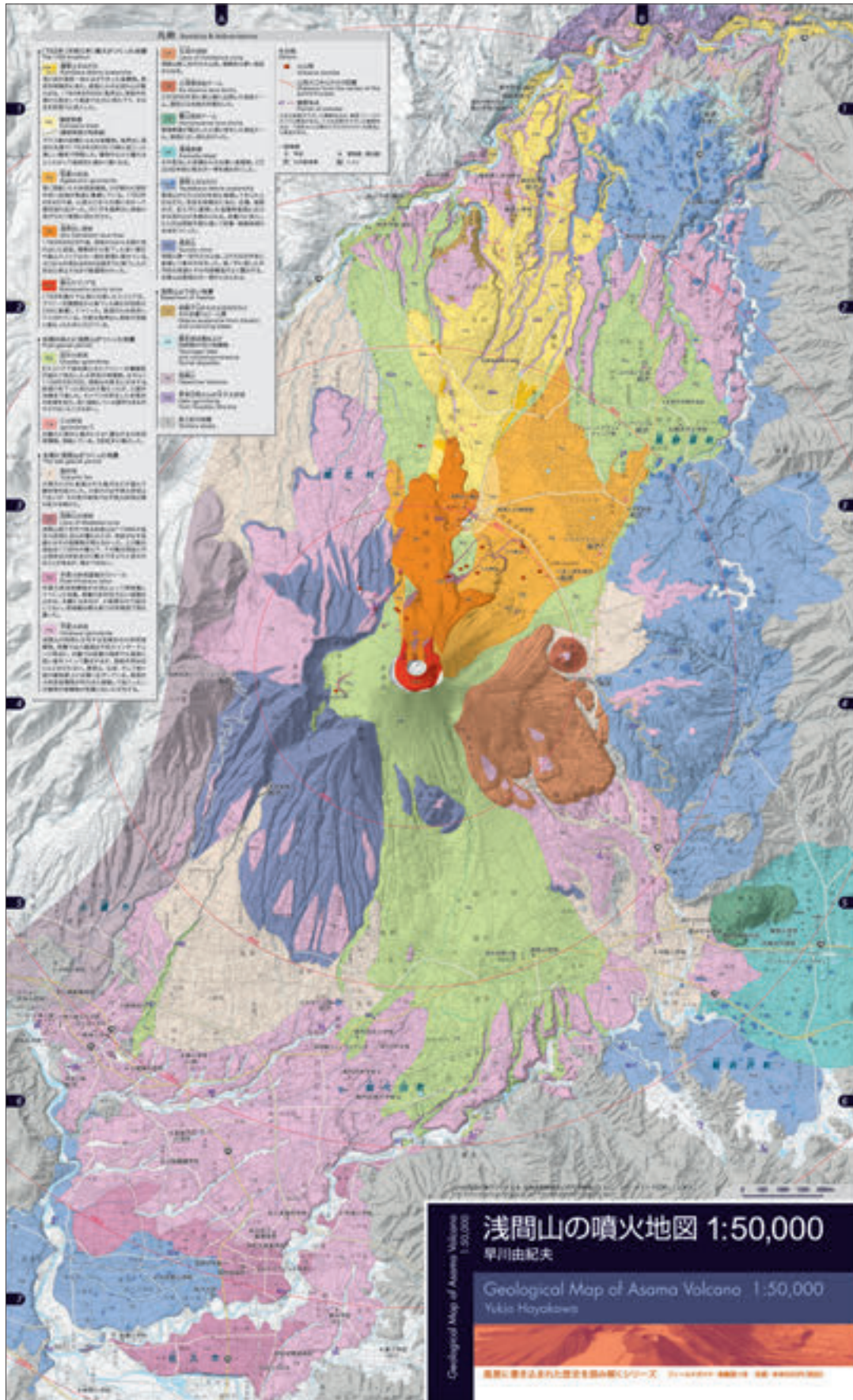


図1 浅間山の噴火地図 1 : 50000  
Fig. 1 Geological Map of Asama Volcano

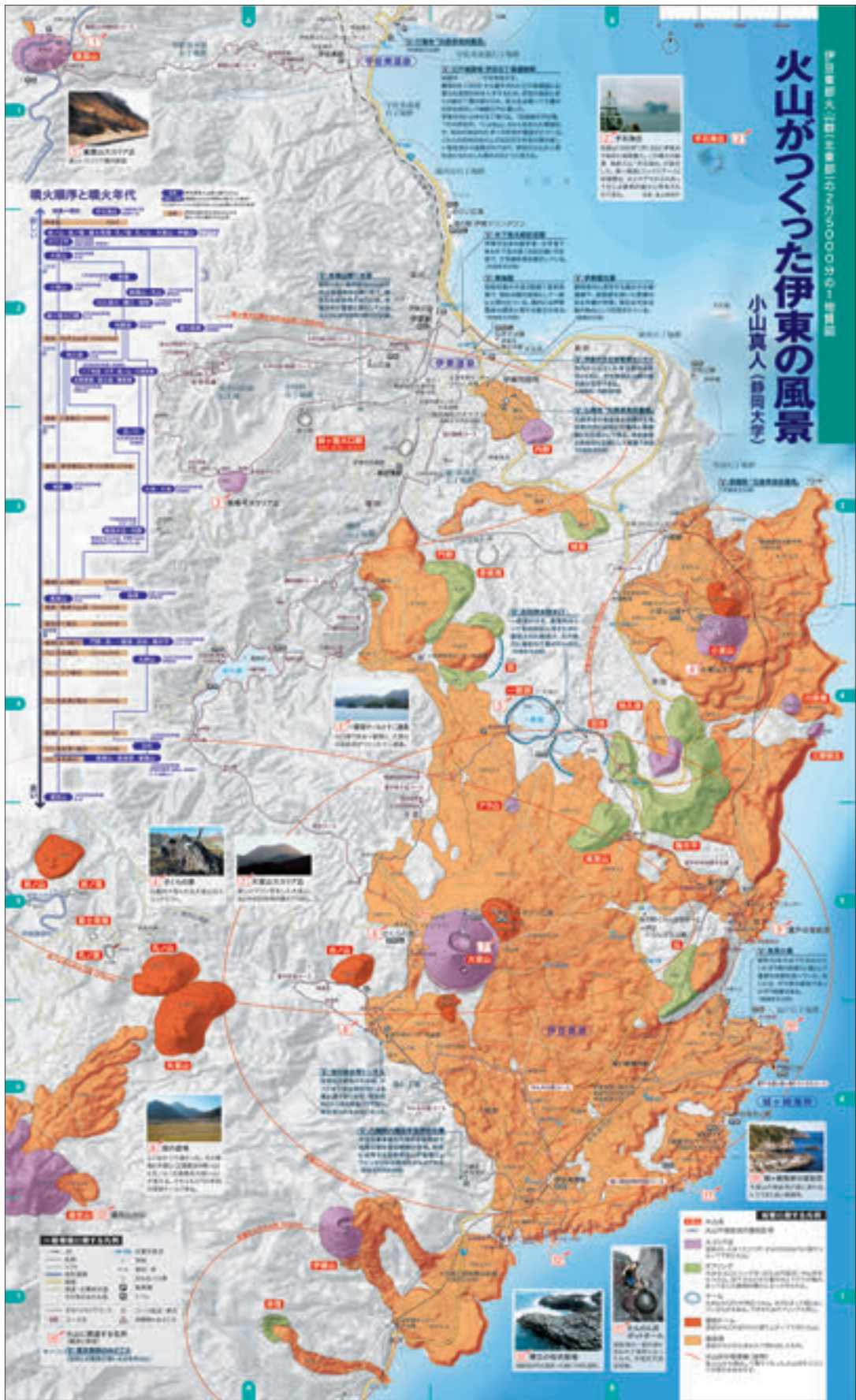


図2 火山がつくった伊東の風景 1 : 25000  
Fig. 2 Geological Map of Ito, Izu Peninsula

表1 このプロジェクトで印刷発行した地質図と放射能汚染地図

地質図	著者	製図	発行	発売	価格	印刷部数
浅間火山北麓の2万5000分の1地質図	早川由紀夫	萩原佐知子	本の六四館	2007年7月	500円	2,000
火山がつくった伊東の風景 1:25,000	小山真人	萩原佐知子	伊豆新聞本社	2009年3月	500円	4,500
浅間火山北麓の2万5000分の1地質図(改訂版)	早川由紀夫	萩原佐知子	あさま北軽スタイル	2010年3月	500円	3,000
浅間山の噴火地図 1:50,000	早川由紀夫	萩原佐知子	あさま北軽スタイル	2010年5月	500円	5,000
火山がつくった天城の風景 1:25,000	小山真人	萩原佐知子	伊豆新聞本社	2010年12月	500円	4,000
火山がつくった西伊豆の風景 1:25,000	小山真人	萩原佐知子	伊豆新聞本社	2012年4月	500円	4,000
火山がつくった中伊豆の風景 1:25,000	小山真人	萩原佐知子	伊豆新聞本社	2013年5月	500円	4,000
火山がつくった奥伊豆の風景 1:25,000	小山真人	萩原佐知子	伊豆新聞本社	2014年6月	500円	4,000
福島第一原発事故の放射能汚染地図(七訂版)	早川由紀夫	萩原佐知子	(記載なし)	2012年8月	無料	60,000
福島第一原発事故の放射能汚染地図(七訂版)	早川由紀夫	萩原佐知子	(記載なし)	2012年9月	200円	50,000
福島第一原発事故の放射能汚染地図(八訂版)	早川由紀夫	萩原佐知子	キブカスピリット	2013年2月	200円	50,000

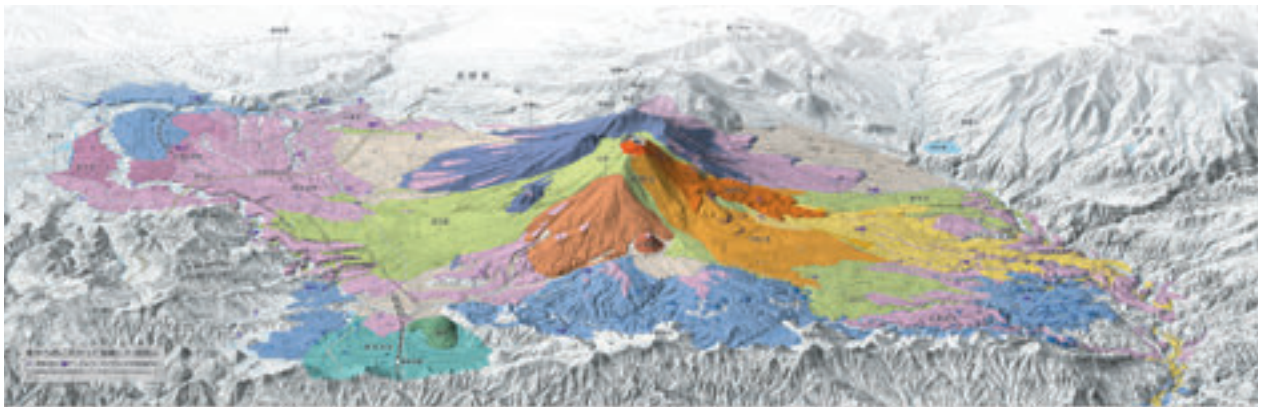


図3 浅間山の噴火地図，裏面鳥瞰図

Fig. 3 A bird's-eye view of Asama Volcano

で修正を入れる作業を、著者が納得するまで何度も繰り返した。1枚の地質図について、企画から校正まで、だいたい500コメントのやりとりをした。その多くは図入りコメントだった。

立体的に表示するためにつけた陰影が地質図の彩色をじゃまして色の判別が難しくなるのではないかと心配したが、陰影のせいで色が判別できなくなることはなかった。ただし孀恋湖成層だけは淡い青色なため、陰影が強いところでは違う色のようにも見える。

デジタル化すると、地質境界を迅速簡単きれいに修正できるだけでなく、色を自在に変えて試行錯誤できる。実際、浅間北麓地図では、追分火砕流と平原火砕流の色を何回も変えて試したあと、追分を黄緑に、平原をピンクに決定した。地層の新旧だけでなく、広がりや位置も色を決定する際の重要な決め手となる。デジタル化は、インタラクティブな電子地質図をインターネットで公開する試みにもつながった。ただし、電子地質図はまだ浅間北麓しかできていない。

地質図の塗り分けは少なくして凡例をできるだけ増やさないようにした。地質単元の記号は、新しいもの

から順にA, B, C, ……と、アルファベット順に並べる工夫をした。火山弾と黒岩の分布をシンボルで表現した。山頂火口からの距離を赤い円弧で、目障りにならないよう細く描いた。現地でも利用する時の便宜を図る目的で、バス停・トイレ・公共駐車場も記入した。

地質図の裏面は、火山学と地質学のよい普及の場である。白紙のままにしておくのはもったいない。浅間北麓地図では、過去の大噴火の解説文とフィールドガイド(観察地点の写真と解説)にスペースを広く割いた。しかし、文字が多すぎて読みにくかったようである。評判は芳しくなかった。次につくった浅間全体地図では、フィールドガイドを減らし、東から見た浅間山の鳥瞰図を下半分に大きく置いた(図3)。これは好評である。この鳥瞰図がほしくて地図を買求める人もいるくらいだ。伊豆伊東地図にも鳥瞰図を採用して、テクニクス解説文と火山の種類を図解説明を置いた。また、おおむろ君というゆるキャラを創作して添えた。その後の伊豆シリーズでおおむろ君の仲間が徐々に増えている(図4)。どのキャラクターも読者に親しまれて、ジオパーク推進に一役買っているようである。

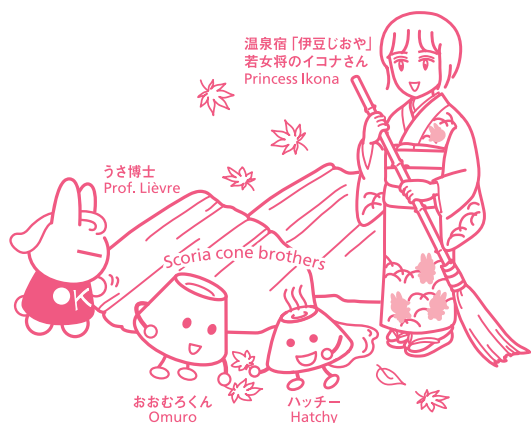


図4 おおむろ君と仲間たち  
Fig. 4 Omuro-kun and his family

#### 4. 安価に印刷する

前橋市のジャーナル印刷株式会社ですべての地質図を印刷した。特に学術や地図の専門印刷所ではない。通常は新聞折り込み広告などを印刷している会社である。ふだんから付き合いがあって、融通がきく印刷所を選ぶのがよい。校正は2回した。2回目は本紙校正とした。印刷には必ず立ち会って、その場で色調整の指示を出す。両面だから、片面印刷した用紙が乾くまでひと晩かかる。だから立会い印刷には2日かかるが、この手間を惜しんでは地質図を美しく仕上げることはできない。

一般のカラー印刷は、藍色(cyan)、深紅色(magenta)、黄色(yellow)、黒(key tone)の4色で刷るが、産業技術総合研究所(旧地質調査所)発行の地質図は5~9色の特色印刷でつくられている。地質図のような多くの色を必要とする図面では、4色で表現するには限界があるので、特色を加えて色表現を補っている。しかし、版代や作業量が印刷コストを大きく持ちあげることになる。

私たちは通常の4色で地質図を印刷した。仕上がりの美しさを減じることなく、大幅なコストダウンを実現した。これが可能になったのは、近年、印刷工程にもデジタル化の波が及んだことによる。

オフセット印刷における網点への分解作業を「製版」と呼ぶ。従来は、熟練した技術が必要な作業だった。長年かけて磨き上げた技能を持つ製版オペレータやレタッチマンなどの職人集団がオフセット印刷の品質を保っていた。

最近、FMスクリーンがこれに取って代わった。色情報を4色に分解計算したデータをプレートレコーダ

という装置に送り、レーザー光で露光させて印刷原版であるアルミ製の刷版をつくる。このCTP(Computer to Plate)という技術を前に行くと、職人が磨き上げた技能が介在する余地がほとんどなくなる。

FMスクリーンの網点は細かい点の集合でできている。従来の製版ではインク1%の網点はつぶれてしまい、5%~10%相当になっていた。ところが、最近の技術革新によって、2%以下の網点をつぶさずに印刷できるようになった。網点の細かさをあらわす線数は、1インチに何本の線があるかで決まる。今回の印刷は、600線相当で行った。

FMスクリーンは、写真のような滑らかな階調表現を得意とする。モアレ模様を生じさせることがない。そして、広い色域を鮮やかに表現できる。地質図では地形の陰影レリーフを美しく描き出し、識別可能な多色表現をインク4色でも可能にする。

仕上がりを美しくするために、そして野外使用の耐久性を高めるために、用紙は最高のものを選んだ。王子製紙製のOKサンバード(110kg、四六判)である。FMスクリーンでは、表面がラフなこの用紙にも高精細な印刷をすることができる。

この用紙を使うと印刷費は3000部で32万円程度になる。美しく仕上げるために本紙校正は欠かせない。これに8万円かかってくるから合計40万円である。500円で800部売れば印刷にかかる経費をまかなうことができる。

最初の浅間北麓地図はA2サイズで12折にした。蛇腹に6折りしたあと真ん中から半分に折る。用紙に四六判を使うと、もう1折増やせることがわかったので、次からは、7折りしたあと真ん中から半分に折る14折とした。地図としても、野外で実際に使ってみても、14折のほうが縦横比のバランスがとれていて使いやすい。

#### 5. 販売努力も積極的に

地質図1部500円は、国土地理院の地形図を必要枚数購入するよりも安い。民間会社が発売している登山地図よりも安い。もちろん、カラーコピーするよりも安い。安い値段に設定したから、地元自治体や団体に大量購入してくれるよう働き掛けやすかった。著者自身が案内する火山見学会を何度も企画して、この地質図をテキストに使った。都市の大手書店だけでなく、地元博物館や観光施設にも持ち込んで販売を委託した。発行者は地元の法人になってもらった。浅間山は

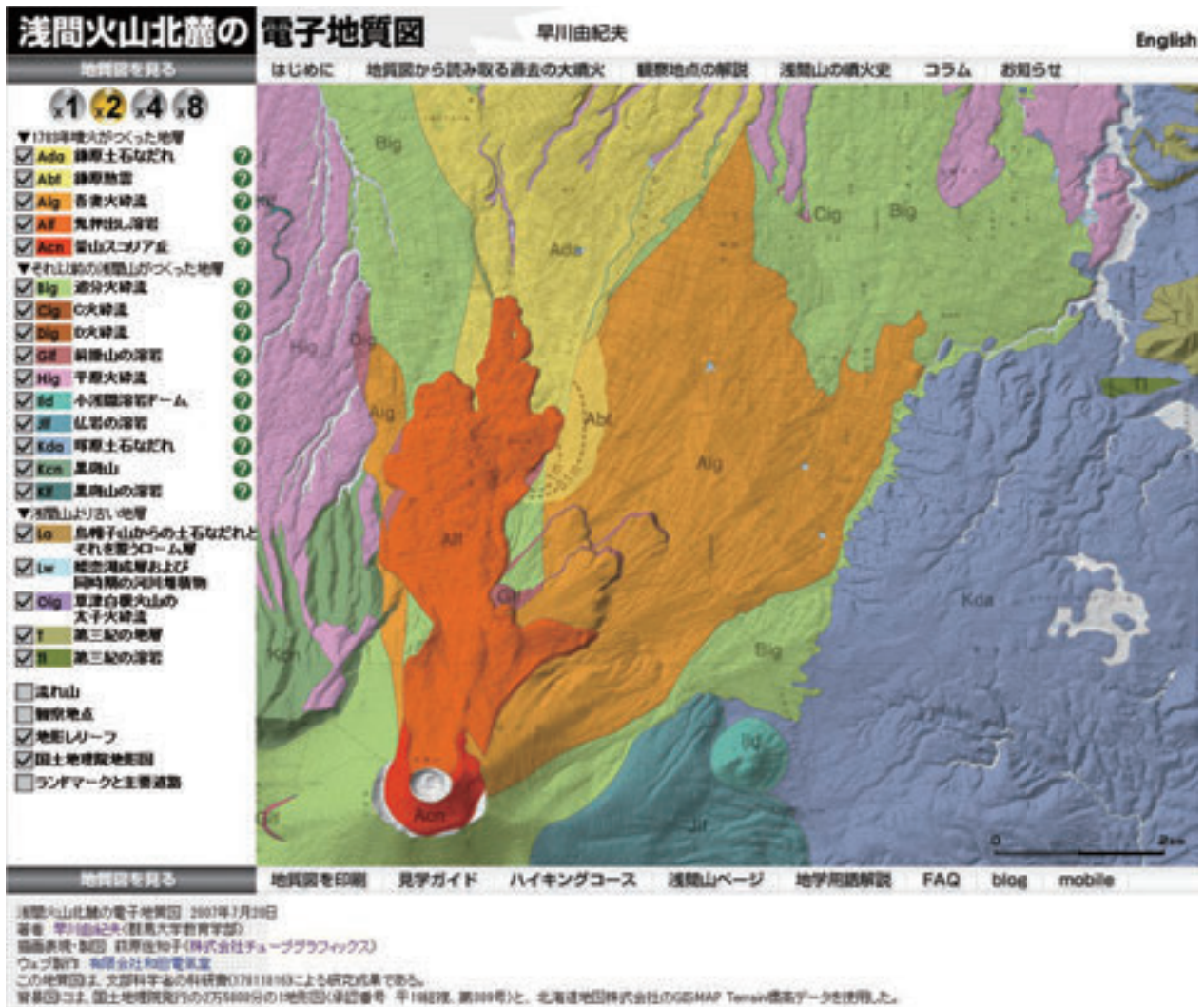


図5 浅間火山北麓の電子地質図

Fig. 5 Interactive Geological Map of the Northern Part of Asama Volcano

NPO 法人、伊豆半島は新聞社である。

インターネットを利用した通信販売も試みた。通信販売では、料金を受け取るのが難しい。顧客がネットバンキングを使いこなしていれば簡単だが、その普及率はまだまだである。クレジットカードを使う場合はペイパル利用がよい。少ない手数料で済む。このような面倒を回避するためには、すでに実績のあるネットショップで地図を扱ってもらうのがよい。メール便を使うと送料を節約することができる。

浅間地図はポリ袋に封入しただけだが、伊豆地図は紙ケースをつくって入れた。紙ケースに入れると見栄えがよくて、書店の棚に並べた時、背表紙が購買者の目に届く。しかし、紙ケースは製作コストがかかる。また、かさばるので商品発送時につぶれてしまう欠点がある。

最初につくった浅間北麓地図は、タイトルを「浅間

火山北麓の2万5000分の1地質図」として地質図の語を入れたが、「地質図って何？」の声があった。たしかに地質図では何を表現した地図なのか一般の人にはわかりにくい。この反省を踏まえて、浅間全体地図のタイトルは「浅間山の噴火地図 1:50,000」とした。伊豆地図のタイトルは「火山がつくった伊東の風景」などとして、地質図の語は副題として添えるに留めた。

## 6. 他メディアに拡張する

### 1) 電子地質図

浅間北麓地図は、2007年7月の発売と同時に電子地質図をインターネットで公開した(図5)。地質図印刷のためにつくった電子ファイルを有限会社和田電氣堂に提供して作成依頼した。

地質単元ごとに選択ボタンで着色するかどうかを選

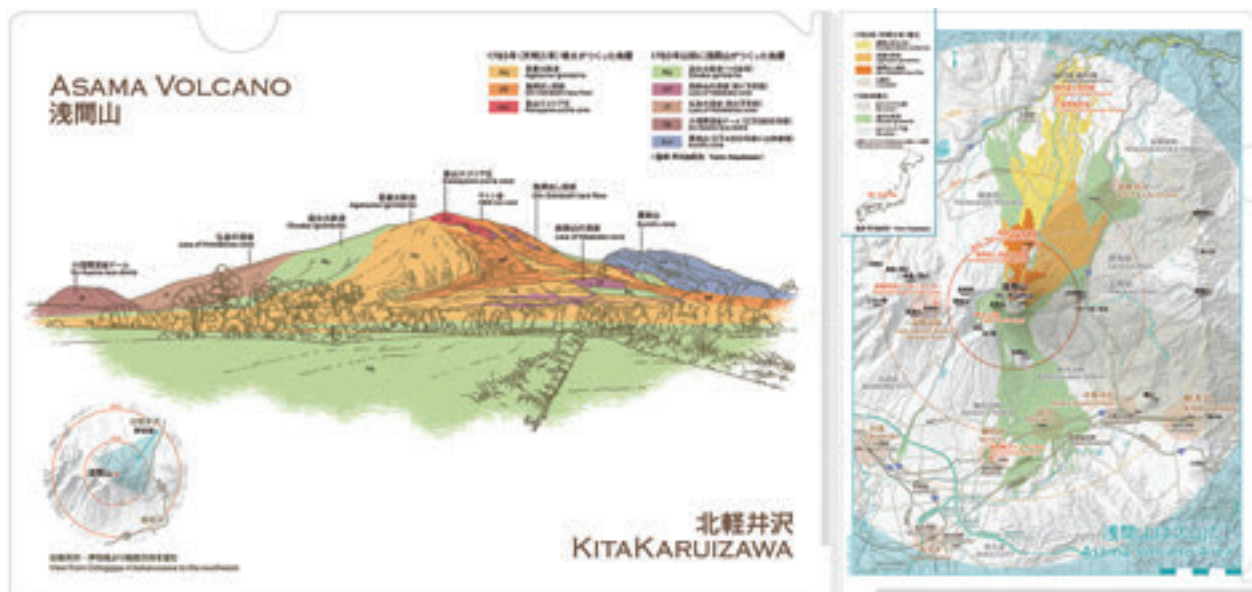


図6 浅間山のクリアファイル2種  
Fig. 6 Clear files of Asama Volcano

ぶことができる。背景は陰影レリーフと国土地理院地形図のどちらかひとつを選ぶ。無段階ズーム機能を装備するのは難しかったので、1倍、2倍、4倍、8倍の4画面を用意した。ブラウザの特性を生かして、クリックひとつで観察地点などのさまざまな解説に飛ぶことができる。写真も豊富に入れた。地質図面の電子ファイルをダウンロードすることもできる。2014年6月には、その後の調査によって改訂した鬼押し出し部分の新しい地質図の提供を始めた。もちろん無料である。

浅間北麓地図の電子地質図は、科学研究費補助金（科研費）による予算の裏付けがあったから実現できたが、その後に印刷した地質図にはそれが無いので電子地質図を作成するまでには至っていない。

## 2) クリアファイル

地質図よりも親しみやすい商品として、地質図をベースにしたA4クリアファイルを作成した（図6）。2014年8月から販売している。北軽井沢から見た浅間山に地質図の色を塗ったイラスト版と、浅間全体地図から江戸時代の噴火と平安時代の噴火を抜き出したマップ版の2種がある。クリアファイルに挟んだ白紙を引き出すと、下側に印刷してある色が現れる仕掛けだ。どちらも1枚250円である。現地観光施設で販売している。ネット販売もしている。

イラスト版はその美しさにひきつけられて買い求める人が多い。マップ版は地質図の代用として買い求める人が多い。それぞれ2000枚印刷した。

## 3) 放射能汚染地図

2011年3月の福島第一原発事故で大気中に拡散した放射性物質は風に乗って東日本の各地を漂った。その挙動は、火山噴火で放出された火山灰とよく似ていた。放射性物質で汚染された場所を地図に示すことができる。筆頭著者二人は考えて、2011年4月21日にその初版をインターネットで公開した。その後、およそ3ヵ月おきに改訂して2012年3月2日に六訂版をインターネットに置いた（早川、2014）。

次の七訂版は、火山地質図プロジェクトで蓄積したノウハウを生かして紙に印刷することにした。インターネットを利用しない人にも情報を提供したかったからである。2012年8月に科研費から印刷費を支出してA2サイズ両面カラーで6万部印刷した。無料で配布したが、無料では、欲しい人に必要な人にうまく届けることが難しかった。価格をつけて流通システムに乗せるのが望ましいと思われた。

そんな時、インターネットで公開していた七訂版PDFファイルをコンビニエンスストアセブンイレブンのネットプリントに置いた人がいた。ネットプリントとは、画像データをインターネット送信して取得した番号を店頭のカラーコピー機に入力してプリントを受け取る仕組みである。A3サイズは1枚100円である。番号を知っていれば、画像データを送信した人に限らず誰でも印刷できる。番号は1週間有効である。その人が放射能汚染地図の番号をツイッターで告知してから4週間で5000人が、セブンイレブンで



図7 福島第一原発事故の放射能汚染地図（八訂版）

Fig. 7 Radiation Contour Map of the Fukushima Daiichi Accident (8th edition)



200 円を払って地図両面を A3 サイズで印刷した。

この需要を見た私たちは、独自資金を用意して A2 サイズで 5 万部印刷して 200 円の値段をつけて販売した。順調に売れた。上で説明した通信販売のノウハウはこの時獲得したものである。2013 年 2 月に印刷した八訂版 (図 7) 5 万部と合わせて、放射能汚染地図は合計 16 万部印刷した。

## 7. おわりに

地質図を一般に広く普及しようとした私たちの挑戦は、めざましい成功を収めたとはまだ言えないが、おおむね達成されつつある。在庫はそれなりに残っているが、印刷したどの地質図も赤字を出していない。伊豆伊東地図は残部が尽きたので、改訂版を今準備している。浅間山と伊豆半島から飛び出して、別の火山の地質図をつくることを私たちのチームも考えているが、私たちとは別のチームが立ち上がって、火山のあ

るいは火山ではない地域の地質図を普及する新しいプロジェクトが生まれることを期待する。その時は、できあがった地図の美しさと内容で競おうではないか。

## 文献

荒牧重雄 1962. 5 万分の 1 浅間火山地質図.

荒牧重雄 1993. 浅間火山地質図. 地質調査所.

早川由紀夫 2010. 浅間山の風景に書き込まれた歴史を読み解く. 群馬大学教育学部紀要自然科学編 58 : 65-81.

早川由紀夫 2014. 福島第一原発 2011 年 3 月事故による放射能汚染と健康リスク評価. 群馬大学教育学部紀要自然科学編 62 : 35-50.

八木貞助 1936. 『浅間火山 (附 5 万分の 1 浅間火山地質図)』信濃教育会北佐久部会 + 信濃毎日新聞株式会社.

## Putting the Readable, Useful, and Beautiful Geological Maps of Volcanoes on the Market at a Low Price

by Yukio HAYAKAWA, Sachiko HAGIWARA, Masahiro NOMURA and Masato KOYAMA

Keywords : volcano, geological map, Asama, Izu Peninsula, radioactive contamination

We have intended to popularize geological maps, which are restricted professional uses presently. Two geologists, a map designer, and a print coordinator worked together to publish two maps at Asama Volcano and five maps in Izu Peninsula. They are easy to read for everyone because topographic

relief is used as a base map. Every map was finished beautiful enough you want to exhibit it on the walls. We sell those maps not only at local shops but through the Internet for 500 yen, a surprisingly lower price than existing geological maps.

(受付け 2014 年 12 月 2 日 受理 2015 年 2 月 23 日)