札幌学院大学 Sapporo Gakuin University 学術機関リポジトリ

タイトル	市民による市民のための地質データベースの構築
著者	小出，良幸
引用	札幌学院大学人文学会紀要 = Journal of the Society of Humanitie, 89: 23-44
発行日	2011-03
URL	http://hdl.handle.net/10742/1433

札幌学院大学総合研究所　〒069-8555　北海道江別市文京台11番地　電話：011-386-8111

《論　文》

市民による市民のための地質データベースの構築

小　出　良　幸

要　旨

本論文では，地質情報を扱ったことない市民が，露頭を記録しデータベースを構築していく方法を提示している。市民が自然や大地に興味をもつためには，身近な大地の記録，データベース化，科学教育的利用というプロセスが重要となる。このようなプロセスは，身近な大地や自然を調べ，知り，伝えたくなるような教育方法として利用できる。この方法が普及すれば，地質情報の集積だけでなく，教育資産の集積が可能となるであろう。

キーワード：地質情報，データベース，科学教育，市民参加

Ⅰ　はじめに：地質情報の記録とは

身近な自然や大地の変化は，だれでも目にすれば気づき，その変化が著しければ気になるであろう。変化の中には，ある人しか気づかないものや，ある人しか目にしていないものもあるだろう。そのような自然や大地の変化は，その人しか記録できない情報である。

自然の変化の中には，自然の営為として起こる変化もあるが，人為による変化も多く含まれている。自然の営為による変化は，自然の一部ともいえる。つまり，変化自体も自然といえる。

しかし，人為による変化は，「不自然」な変化で，自然の規則性をはずれたものとなる。そこには，自然状態では起こりえない場所，速度，変位，改変，変異を起こすこともある。人為変化の後に起こる自然の変化は，もはや本来の自然の変化とは違ったものとなるであろう。

人為変化は，20世紀後半以降，急速にその範囲を拡大している。戦前の日本の変化と比べ，人の居住圏周辺は激しい変化の場となっている。そのような人為変化の中で，生物種の絶滅や生態系の破壊などが起こってきた。それに気づいた人たちによって，自然保護や環境保護の重要性が唱えられるようになってきた。

日本人なら，自然の大切さ，自然を守る必要性を唱える教育を受けたはずである。だが，大人になると自然保護の視点から遠ざかる人も多い。それは，破壊側に多かれ少なかれ関わったり，破壊から利益を得る側に立ったりすることもあるのだろう。さまざまな理由で保護運動に

加わる人が少数になるのが現状である。

大人にとって自然や生態系が不要かというと，それはない。やはり生きていくために不可欠な存在である。その重要性も多くの人は理解しているはずである。そこに現代社会のジレンマが生まれる。

自然破壊と保護にはジレンマが生じるほど関心があるのに，大地の変化に関して，関心が払われることも少なく，ジレンマも生じない。大地の変化に関しては，重要性が理解されていないためであろう。大地の保護を唱えられることは，特別な場合を除いてはない。

たとえば，ある山を崩し宅地造成するとき，そこにあった植生や生きていた動物などに注意は払われることはあっても，なくなる地層や岩石を守ろうとする人は少ない。

考えればすぐにわかるが，生物は種が滅びない限り，同等の環境が出現すれば，再生可能である。ところが大地はいったん壊れると二度と再生はできない。大地の変化は，不可逆の変化なのである。その中には，重要な化石や鉱物，岩石などの重要な地質資料もあったはずである。

大地の変化も自然の摂理として起こるものである。自然の営為による大地の変化を，人に止めることはできない。人為変化において地質情報は，今までほとんど保存，記録されることなく，消失していった。自然保護や環境保護を教育では教え，児童・生徒・学生たちもその重要性を理解し運動する。しかし，大地の変化に注意は払われることはない。

保護意識の低い地質情報に関する保護を訴えるのは，非現実的で性急であろう。だが，人為の変化の過程において，市民の協力があれば大地の情報を記録保存することが可能ではないかと考えている。その方法を提案することが，著者が近年行っている研究の目的となっている。

もし，市民によって系統的な地質情報が記録されれば，それは重要な知的資産となりうる。集まった地質情報は，地域に密着したものであるから，小・中学校などの教材として利用することも可能となる。身近な情報収集をするためには，市民にとって簡便な記録手法が考案され提示されることが必要となる。小出（2009）において，市民が地質情報を記録する方法が提案されている。その方法は非常に簡便で，だれでもできるものであった。本論文は，次なるステップとして，データベース構築のための手法を示すものである。著者自身が実践的試行をおこなって検証したものを示し提案していく。さらに，地質情報のデータベースが，どのような科学教育に利用できるかについても議論する。

本研究は，札幌学院大学の研究促進奨励金（個人研究）（研究課題番号 SGU-S09-202005-03）の援助を受けて行ったものである。

Ⅱ　市民による地質情報の記録

野外で情報を記録することは，市民とってそれほど困難ではなく，日常的に行っていることを，露頭を対象にしてすればいいのである。また市民が参加して集積しされているデータベー

スもすでにある。既存のものがあるということは，新たな地質情報の収集も，市民参加によるデータベースの構築も可能であることになる。

1　誰にでもできる地質情報の記録

市民が地質情報を記録することは，難しいように思える。たとえ記録したとしても，データに不備があったり，不揃いのデータであったりすることも起こりうる。それを回避するためは，市民でもおこなえる簡便な記録方法でありながら，情報の規格が統一された形式になるような手法を提示することである。

露頭における地質情報として，位置，日付，撮影，記載，そして試料採取が必要となる。市民が日常的に用いているICT（Information and Communication Technology）を利用すれば，簡便に精度の高い統一された地質情報が得られることがすでに検証されている（小出，2009）。小出（2009）では，以下のような記録方法が提案されている。

露頭の位置は，GPS（Global Positioning System）受信機を内蔵した携帯電話，車のカーナビゲーション（カーナビと呼ばれる），あるいはポータブルや腕時計型GPS受信装置（アウトドアスポーツでよく利用されている）などを利用すれば，正確に記録できる。

露頭の状態や景観の記録は，デジタルカメラで撮影すれば，高解像度の画像が得られる。撮影時に，サイズスケールおよびカラースチャートを一緒に写しこめば規格化しやすい画像となる。

地質構造は，厳密には地層や構造面の走行傾斜を計測しなければならないが，市民の記載においては，露頭が向いている方位，地層の傾きを大雑把にでもいいから記録する。さらに，露頭の特徴的な部分（化石やきれいな鉱物，特別な構造など）を接写撮影し，自分の言葉でメモすれば，最低限の情報となる。

化石やきれいな鉱物などを採取したのなら，位置情報と照合ができるようにラベルもしくは試料番号が付けておく。

このようにして取得した地質情報は，露頭の位置情報と多数の画像，メモがセットになっていれば，最低限の基礎データとなる。

上述のGPS受信機で位置を知り，デジタルカメラで撮影し，興味のあるものを持ち帰るという行為は，それぞれは，特別なことではなく，市民がごく当たり前におこなっていることである。それを，ひとつの露頭で系統的におこなうことができれば，地質情報として成立しうるものとなる。つまり，地質情報の記録とは，行う気になれば，特別なことはなく，誰でも簡便におこなえるものなのである。

2　市民参加型のデータベース

地質情報を記録したら，次のステップは，その情報を市民自ら整理，加工して，その地質情

報の使いやすくしていくことである。それは，地質学の基礎データの扱いを学ぶことにも通じる。

実は，このような地質学の基礎データとの取り扱いは，あまり公開されることはなく，地質学者も大学の実習や実践によって経験的に身につけてきたものである。また手法は，技術や機器の進歩，発展によって，変化していくため，固定したものでもない。よってそれぞれの地質学者が，自らの流儀や目的に応じて見出していくものでもある。記載手法の非公開性や多様性が，市民にはバリアになっているのかもしれない。もしそうなら，地質学の基礎データとの取り扱いをサポートするようなシステム（大学の実習や博物館の講座など）があればよいことになる。しかし，市民が気軽に身につけるにはそれもバリアになる。

露頭から得るべき情報（一次地質情報と呼ぶ）として必要不可欠なものは，位置情報，露頭画像，記載である。記載は，さまざまなレベルのものがあるが，市民が行うのであるから簡便なものでいい。露頭ごとにセットとなった一次地質情報が集積されれば，データベースとして成立する。

多数の市民が参加して規格の整ったデータベースを構築した実践例は，いくつもある。実物試料については，神奈川県立生命の星・地球博物館の「砂の自然史」（EPACS，2010b）などがその好例であろう。これは，市民参加型の実物データベースとして運用されている。また，インターネットの発達によって，市民参加型のデジタルデータベースの試みがなされているが，Google Map（Google Earth とも連動）上では，各種のテーマに基づいた画像データベースが大規模に作成されている。

このような市民参加型の実物データベースやインターネットを利用したデジタルデータベースは，今では特別なものではなくなっている。社会的な目的をもったデータ収集は，ボランティア活動にも通じるものがある。ところが，失われていく地質情報の集積を目的としたものは，まだ見当たらない。今回の提案は，そのような地質情報のデータベースを市民参加によって構築していこうという提案である。

Ⅲ　一次地質情報の作成

現在試行している地質情報の記録，整理の方法をまとめて示していくが，このような手法は，技術の革新や ICT 機器の進歩によって変化する。あくまでも現状での手法となる。著者は，子供たちが自然の中で興味をもつ地質学的対象として，石ころと砂をとりあげ，そこから自然への導入を目指す試みをおこなっている（小出，2003；小出ほか，2007）。この活動で収集した石や砂は，データベースとして利用可能な統一の取れたものにできるように考えている。以下では，それらの手法を記述する。

1　露頭の記録手法

露頭において着目すべき地質学的境界は小出（2006a）に，露頭での記録すべき内容は小出（2009）にまとめられている。現在，著者が行っている記載手法は以下のものである。

露頭の位置は，GPS 受信機によって記録する。車でのルートは，カーナビゲイション・システムを持った携帯型 GPS 受信装置（SONY 社製 NV-U35）を用いている。これは GPS 受信機によるルートの記録が自動できる。徒歩でのルート記録および露頭や試料採取地点の記録は，腕時計型 GPS 受信機（GARMIN 社製 Foretrex301）を用いている。地図も併用しているが，試料採取記録や補助的な存在となっている。GPS 受信機の地質学における位置情報の利用については，すでにいくつかの紹介がある（たとえば，小出，2004a；新井ほか，2009など）。

GPS において静止衛星型衛星航法補強システムの計画が進んでおり，アメリカでは WAAS（Wide Area Augmentation System）として，すでに実用化されている。その測位精度は，2～3 m 程度となっている。

日本でも，3 基の人工衛星によって，GPS の位置情報を補正して高精度の測位を可能とする準天頂衛星システム（Quasi-Zenith Satellite System, QZSS）の計画が進められている。2010年 9 月11日に，準天頂衛星の実用試験機「みちびき」が打ち上げられ，現在その検証がスタートしている。この衛星が実用レベルで導入されれば，位置の精度が従来の GPS 受信機で10～15m 程度であったものが，この補正信号を利用すれば 1 m 程度まで向上すると期待されている（宇宙航空研究開発機構，2010）。3 台の衛星の運用によって，cm 級までの測位精度の向上を目指されている。もしこの精度で GPS が利用できれば，大きな露頭内の複数の位置も，GPS データによって区別して記録することが可能となる。

露頭の記載は，デジタルカメラで全景や景観から，特異な産状，重要な構造などの接写など，可能な限り多数撮影しておく。必要に応じてフィールドノートを用いて記述やスケッチなども行う。しかし，後のデータの整理や論文作成の便宜を考えると，カメラでの撮影の方が，デジタル処理がしやすいので，できるだけ多数の撮影をすることがよい。デジタルカメラの場合，ランニングコストがほとんど不要なので，撮影の条件を変え，多数撮影しておけば，失敗のない画像を得ることができる。

カメラの時間が正確に設定されていれば，GPS 受信機（正確な時間が記録されている）の記録と照合すれば，撮影位置も正確に再現可能となる。カメラでの撮影は，露頭撮影の用途だけでなく，メモの補助，記憶の補助にもなる。

2　連続露頭の記録手法

連続的に地層が出ている露頭を詳細にもれなく記録したい場合，大量の構造測定を手作業でおこなわなければならない。従来の方法であれば，地層の構造（走向と傾斜）をクリノメーター（clinometer）によって，ひとつひとつ測定することになる。クリノメーターとは，方位磁石

と傾斜計，水準器が組み合わさった単純な仕組みの装置である。測定自体は馴れればそれほど大変ではないが，大量になると，位置の記録と測定データのメモも煩雑になり，後でのデータ処理も手作業で入力をしなければならず，入力ミスも起こりうる。

最近の携帯電話には，携帯 GPS 受信機のように，地磁気センサー（方位センサー）が内蔵されているものもある。携帯電話で方位を計測することも可能となっている。また地磁気センサーを利用して，クリノメーターをデジタル化したデジタルクリノメーター（ジーエスアイ社製 Geoclino）や，さらに GPS 受信機が搭載されたモデル（同社製 Geoclino-G）もある。地層面に 3 軸地磁気センサーを当てれば，地層の構造が即座に読み取れ記録される。また，GPS 内蔵タイプであれば，位置情報が同時にデジタルデータとして記録される。このような装置を用いれば，後でコンピュータでの処理がしやすくなる。

地層には，地層面や断層面のような二次元の構造だけでなく，線として現われるさまざまな一次元構造（線構造）もあり，地質学では構造解析などで利用される。地層面上の線構造に 3 軸地磁気センサーを合わせれば，線構造を即座に記録することも可能となる。野外調査や連続露頭の記載にも，このようなデジタル製品が利用されはじめている（小出，2007b）。

連続露頭を連続的に撮影した画像（重複部をもった画像）は，デジタル処理で一枚の連続画像に合成することが可能となる。それを自由に拡大，縮小してコンピュータ上で画面表示するシステムも存在する（小出，2007b）。

360度の景観を記録するためにパノラマ撮影されることもある。地質学におけるパノラマ撮影の利用のための手法は，すでに小出（2005a；2008a）などで公開されている。パノラマ撮影の手法は，カメラの解像度の向上によって，非常に高精細になっており，今後も発展していくであろう。

3　石の記録手法

川原や海岸で石ころ（礫）を採取し記録するには，後の統計処理に使えるものにする必要があるので，それなりの手法に則っておこなわなければならない。川原や海岸の礫は，連続性がよくなく変化も大きく多様になっていることが多い。そのような場所で統計処理ができるデータをとるためには，計測地点を多数とる必要があるが，現状はそれほど多数取れる広い川原は少ない。また，限られた時間内で採取しなければならず，市民が行うためにも簡便である必要がある。著者は川原の一箇所で代表的な場所を選び，採取することにした。比較のために，すべての礫の採取の方法は，以下の方法に統一している。

川原の礫を代表しているような場所を選ぶ（図１のA－１）。川と並行して50cm 四方の正方形（0.25平方メートル）を糸や折尺で作成（図１のA－２）する。囲われた中で，見かけのサイズの大きい礫から順に，100個採取する（図１のA－３）。50cm 四方で100個の礫を採取すると，かなり小さいものまで採取することになる。

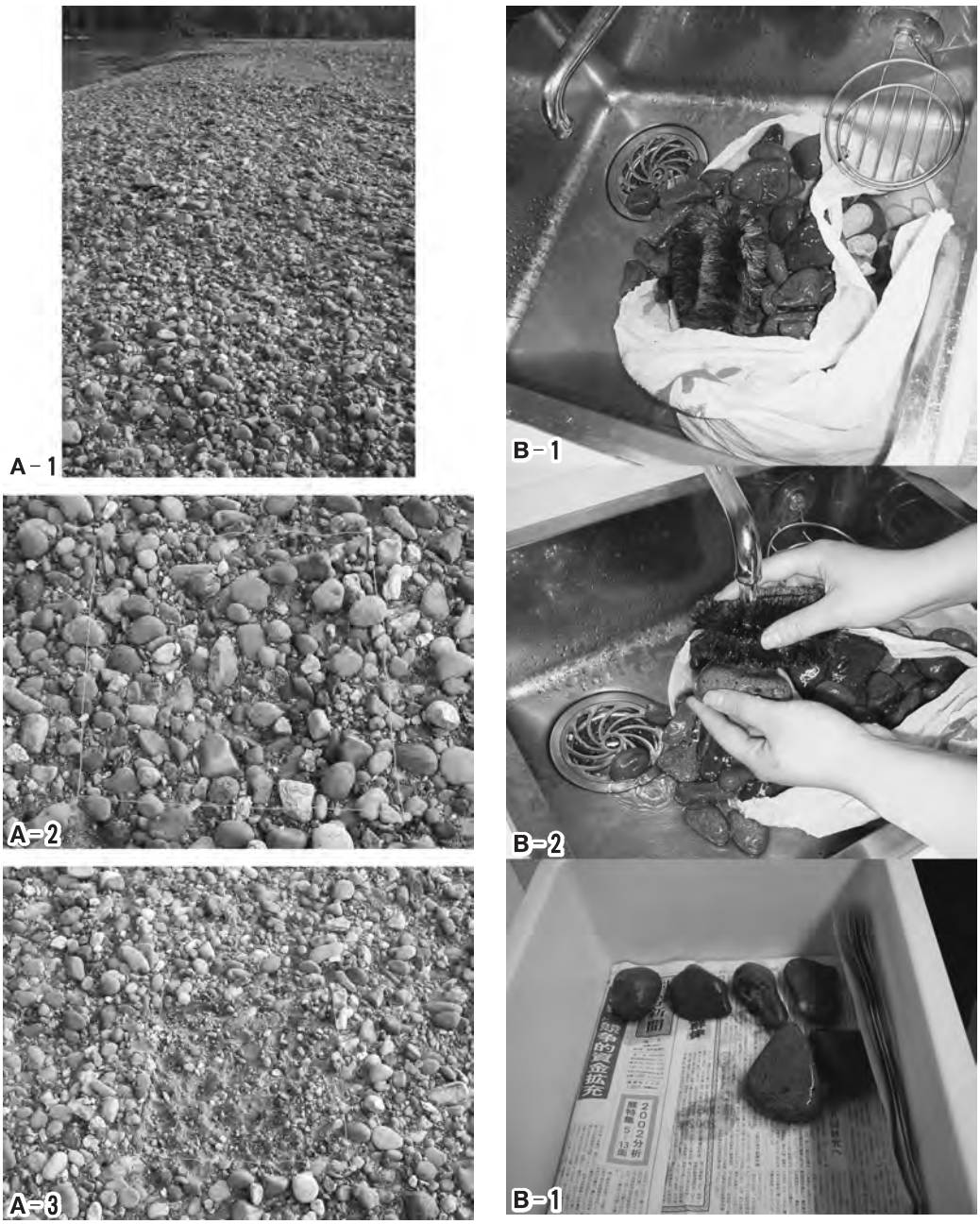

図１　川原の石の採取と洗浄

Ａ：川原での石の採取法。Ａ－１：川原の礫を代表している場所の選択。Ａ－２：川と並行して50cm四方の正方形枠の作成。Ａ－３：枠で囲われた中で大きい礫から順に，100個採取。Ｂ：石の洗浄。Ｂ－１，－２：礫を流水で洗浄。Ｂ－３：乾燥。

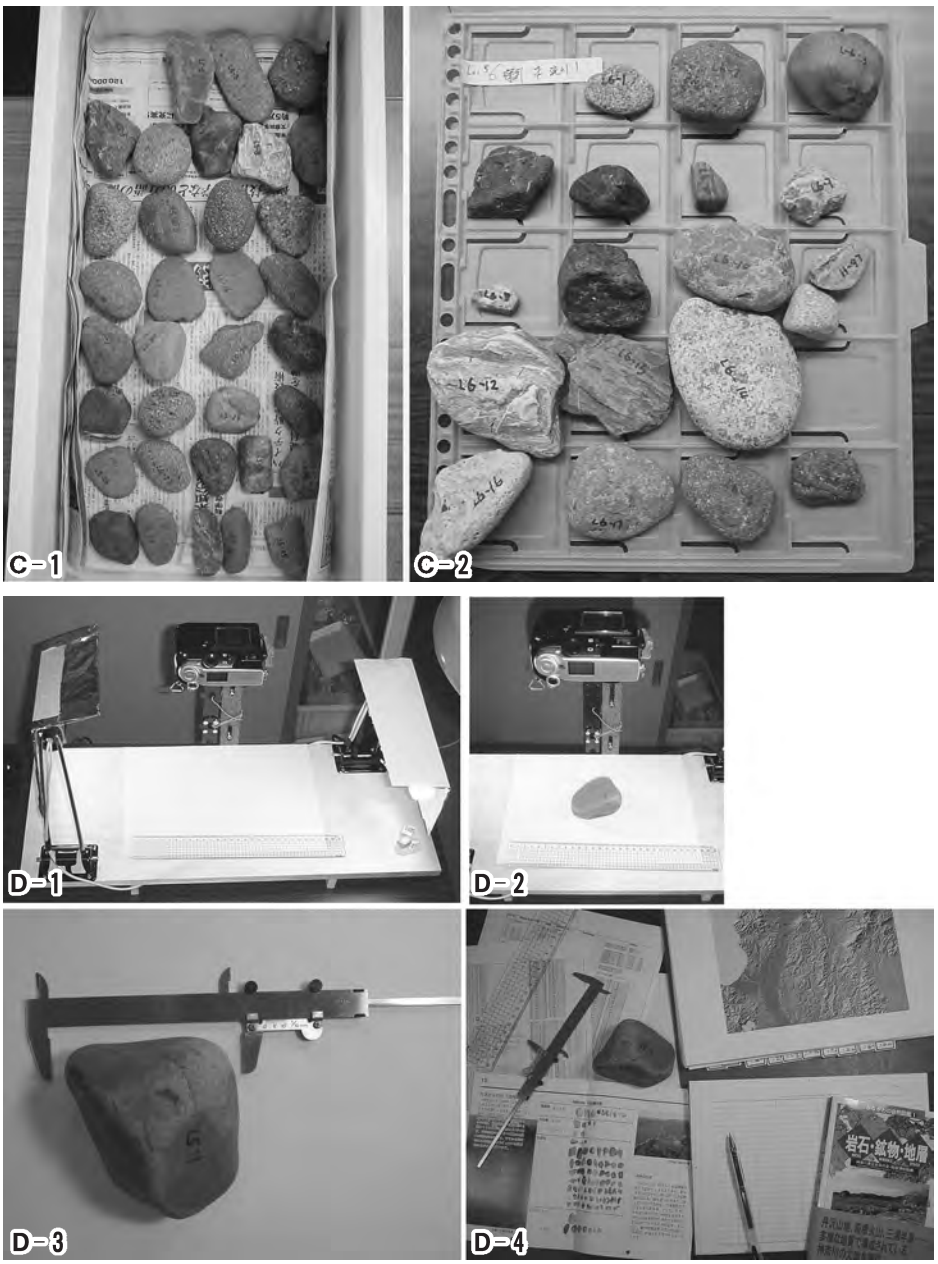

図２　礫の整理と記録

Ｃ：礫の整理。Ｃ－１：礫を見かけの大きい順に並べる。Ｃ－２：礫に試料番号をつける。Ｄ：礫の記録。Ｄ－１：撮影装置。Ｄ－２：デジタルカメラで礫をスケールを入れて撮影。Ｄ－３：礫の３軸計測。Ｄ－４：石の同定と記載，表への記録。

採取後，礫は流水で洗浄し乾燥させる（図１のＢ－１から３）。乾燥後，礫に大きいものから順に，試料番号を書き込んでいく（図２のＣ－１）。

試料の記録のためにデジタルカメラでの撮影をおこなう（図２のD-１と２）。撮影条件は，カメラによって変わってくるが，著者は以下のような条件で撮影をおこなっている。

カメラは撮影台の真上にセットし，撮影位置は，標本の大きさによって変わる。コンパクトデジタルカメラであればマクロの設定，一眼レフデジタルカメラであれば焦点距離50mm や90mm などのマクロレンズで撮影をおこなう。人工照明をつけて（ストロボは利用せず），スケールを入れて撮影をおこなう。使用するカメラの性能によって，画素数は異なってくるが，スケールと一緒に撮影していれば，特徴は記録できる。

岩石は撮影条件によって画像の印象が大きく変わる。たとえば，黒っぽい石（斑レイ岩：Gabbro，図３の上段）と白っぽい石（花崗岩：Granite，図３の下段）で，絞りを適正露出の位置（０）から＋１絞りから－１絞りまでを，1/3絞りずつ変化させて撮影した。撮影条件によって，花崗岩が斑レイ岩に見えたり，逆に斑レイ岩が花崗岩に見えたりすることも起こりうる。このような検討の結果，カメラの設定は，絞り優先で，露出をＦ11に設定をしておき，適正露出の他に±1/3絞りずつ変えたものを撮影し，最終的にどれか一つを選択して試料画像とした。

礫のサイズは，砂と礫の分類にも対応しているため，厳密に区分されるべきである。礫と砂の境界は，粒径が２mm となっている。礫は粒径の大きさによってさらに細分されている。径が256mm より大きいものを巨礫（boulder），径が64～256mm のものを大礫（cobble）（図４のA-１），４mm までのものを中礫（pebble）（図４のA-２），２mm までを細礫（granule）と呼ぶ（図４のA-３）。100個の礫の採取では，場所によっては，細礫や砂のサイズになることはないが，中礫サイズでも，かなり小さくなることがある。中礫といっても粒径の変化は大きい（図４のB）。

川原の石では100個の礫を採取し，統計をとるために礫のサイズの計測をおこなう。礫の計測には，いくつかの手法があるが，３軸計測を採用した。３軸計測は，礫が一番長く伸びている方向に長径を決め，それと直交する方向でもっとも長いものを中間径とし，長径と中間径の作る面と直交するもっと長いものを短径とする。それぞれをノギスで計測する（図２のD-３）。３軸計測の利点は，３つの径を掛け合わせ，$\pi/6$を掛けると，礫が回転楕円体であると仮定したときの体積となる（公文・立石編，1998）ことである。

礫の特徴を示すために，円磨度の変化なども記載していく。円磨度は，厳密には「礫のすべての角に内接する円の半径を平均したものを，最大の円の半径で割ったもの」であるが，実際の計測は困難である。図示された印象図などを利用して判別することが多い。円磨度は，角礫，亜角礫，亜円礫，円礫，超円礫に区分される（図５のB）。

このような整理結果は，デジタル情報として表形式（Microsoft 社の MS-Excel の形式など）でまとめていくと汎用性が大きい。著者が用いている記載項目を表１に示す。

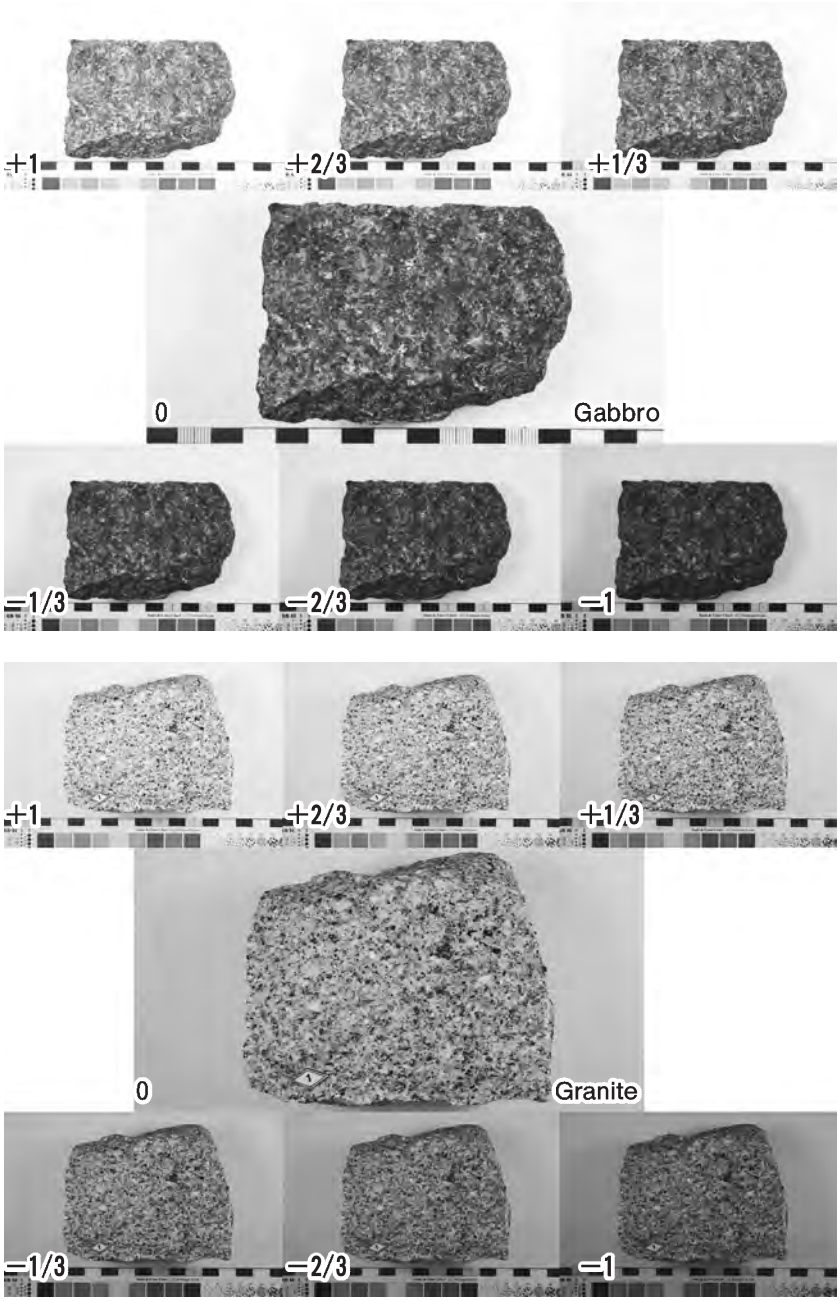

図3　岩石の撮影条件

上：斑レイ岩（Gabbro）。下：花崗岩（Granite）。それぞれの岩石を適正露出と，それをはさんで＋１絞り（露出オーバー）から－１絞り（露出不足）まで1/3絞りずつ変化させて撮影したときの画像変化。

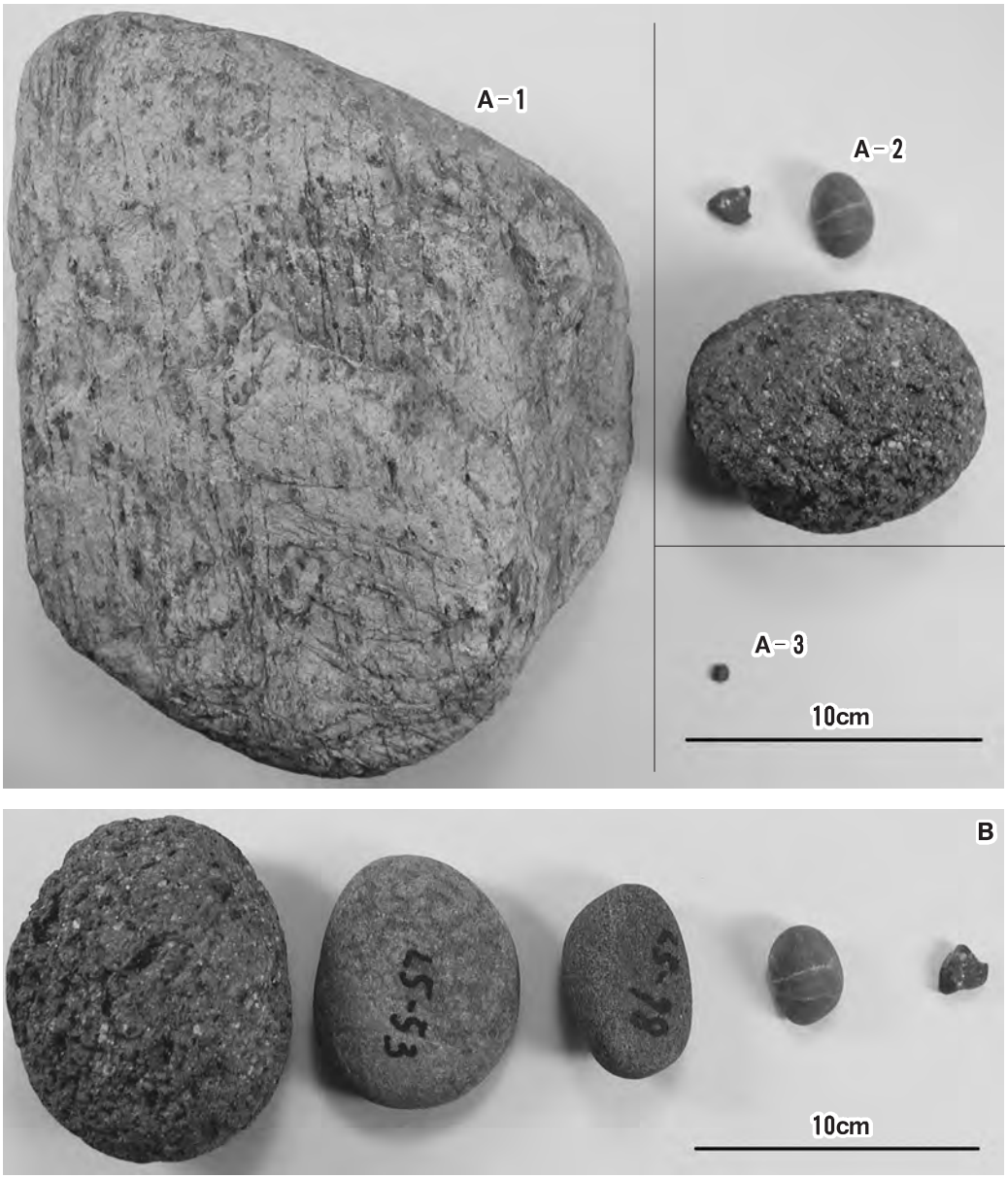

図４　礫のサイズ

Ａ：礫のサイズ変化。Ａ－１：大礫（cobble），径が64～256mmのもの。Ａ－２：中礫（pebble），４mmまでのもの（図４のＡ－２）。Ａ－３：細礫，（granule）２mmまで。Ｂ：中礫のサイズ変化。

表１　試料の記載内容

露 頭	内 容	石	内 容	砂	内 容
Loc. No	露頭番号	Loc. No	試料番号	YKS No	試料番号
File Name	ファイル名	File Name	ファイル名	TS No	薄片番号
Temp. No	野外番号	Temp. No	野外サンプル番号	Temp No	野外サンプル番号
Image	画像ファイル名	Image	画像ファイル名	Image	画像ファイル名
Date	日付	Date	日付	Date	日付
Sample Type	試料のタイプ	Rock Name	岩石名	―	―
Prefecture	都道府県	Prefecture	都道府県	Prefecture	都道府県
Locality	地名	Locality	地名	Locality	地名
Memo	特徴の記載	Memo	特徴の記載	memo	特徴の記載
Latitudes	緯度	Latitudes	緯度	Latitudes	緯度
Longitude	経度	Longitude	経度	Longitude	経度
Altitude	標高	Altitude	標高	Altitude	標高
		Weight	重さ		
		Length	長軸		
		Wide	中間軸		
		Depth	短軸		

4　標本の同定

採取した岩石や礫，化石，鉱物などの試料は，種類を分類（同定という）していく（図２のD-４）ことになる。実は，これが一番重要な記載でもあるが，市民には一番困難で手間のかかる作業となる。

正確な分類をするには，岩石や鉱物では，顕微鏡による観察や化学分析などに基づいてなされるため，地質学者も野外での鑑定が困難になることもある。化石についても，同定は正確な計測や小さければ顕微鏡が必要になる。専門家が行うような正確な分類は，市民には不可能だが，大まかな分類であれば可能であろう。

岩石であれば，成因に基づいた火成岩，堆積岩，変成岩を見分け，それぞれをもう少し細分した分類を理解すれば同定としては充分であろう。その程度の分類であれば，誰でも小学校や中学校の理科で習ったことがあるはずで，思い出せばできるはずある。

市販の岩石図鑑やインターネット上のデータベースの岩石図鑑（EPACS, 2010a）を参照すればより正確にできるであろう。著者も，市民の分類に役立つように日本の代表的岩石150個の岩石のデータと画像を公開している（http://geo.sgu.ac.jp/river/Stone/index.html）。インターネットを利用すれば，同様のデータベースを見つけることも可能であろう。手元に図鑑が

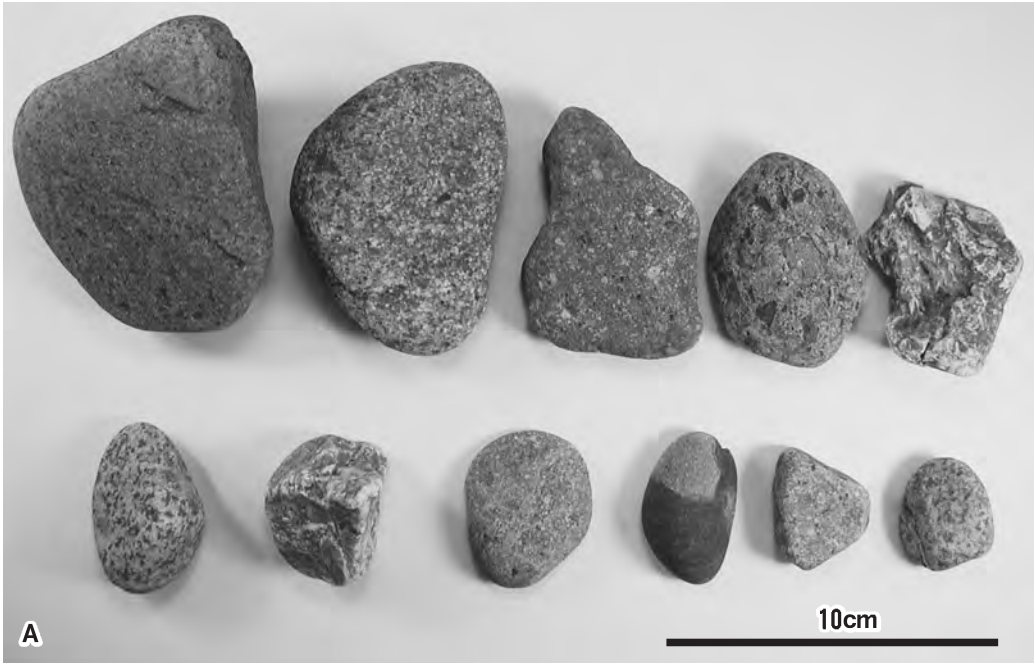

図５　礫の円磨度

Ａ：ある場所で採取した礫を大きいものから小さいものに並べたもの。円磨度とサイズには相関がない。Ｂ：礫の円磨度。一つの場所での円磨度変化。左から角礫，亜角礫，亜円礫，円礫（２個），超円礫まで，変化する。

なくても，写真を見比べて，ある程度の分類が可能であろう。そのようなサイトや図鑑を利用して，分類をし，命名すればよい。

地質の一次情報としては，露頭を構成する岩石の分類が一番必要になる。化石や鉱物については，岩石より難しいであろうが，きちんとした撮影がなされていれば，専門家がみれば，かなりの程度の同定は可能となるであろう。

このような標本の同定や記載は，MS-Excel などの表形式でデジタル情報としてまとめていく。

5　砂の記録手法

川原や海岸で砂を採取するが，一つの海岸でも砂の種類が違うところもある。そのような違いあるところでは，必要に応じてそれぞれの砂を採取する。

砂は粒径によって細分されている。2～1 mm を極粗粒砂（very coarse sand），1～1/2mm（1,000～500μm）を粗粒砂（coarse sand），1/2～1/4mm（500～250μm）を中粒砂（medium sand），1/4～1/8mm（250～125μm）を細粒砂（fine sand, 1/8～1/16mm（125～62.5μm）を極細粒砂（very fine sand）と呼ぶ。1/16mm（62.5μm）以下のものは，泥（mud）と呼び，1/16mm～1/256mm（62.5～4μm）のものをシルト（silt），それ以下のものを粘土（clay）に区分されている。

採取した砂は，乾燥の後，篩わけをして砂のサイズ（粒径2～1/16mm）にする。データベースにするために，砂の撮影をおこなう。

砂の最小粒径は，62.5μm (0.0625mm) である。砂粒子を見分けるためには，画像の画素 (pixel) のサイズより砂の粒子が大きく撮影されていなければならない。計算上，デジタルカメラの CCD の横幅が35mm とすると，横幅が1440pixel 以上の画像であれば，最低限の解像度はえられる。より大きな画素数で砂粒を撮影するためにはより接写をすればいい。しかし，あまり近づいて撮影すると，砂全体の特徴が記録できなくなる。ある程度離れた撮影でなければならない。さまざまな検討の結果，カメラ位置は，画角の横幅が90mm になる位置に固定して撮影することにした。

横幅を90mm にしたのは，その程度の範囲で砂の概要が見えるのと，上述の画素の制限のためであった。データベース作成当初（2002年ころ）は，200万画素程度のデジタルカメラ（横1600pixel，縦1200pixel）を用いていたので，pixel のサイズと砂の特徴をとらえるために，必要な距離を考慮した結果である。現在では，デジタルカメラ1000万画素以上のカメラ（現在使用中の Canon 社製 EOD 5D では横4368pixel，縦2912pixel）が主流でとなっているので，条件を変えてもいいのだが，撮影条件を変えるとすべての標本の取り直しになるので，従来の条件を引き継いでいる。このようなカメラであれば，最小の砂粒でも 3 × 3 pixel で撮影していることになる。当初の 9 倍の解像度になっている。

撮影は，絞り優先の設定，F5.6でおこなう。また，岩石撮影と同じ理由から，適正露出の他に 3 分 1（±1/3）絞りずつ変えたものを撮影し，最終的にどれか一つを選択して試料画像とした。砂の特徴も記載しながら整理をしていく。

ここまでえられたデジタルデータが，一次地質情報となる。このような整理結果は，デジタル情報として表形式でまとめておく。

砂は，堆積作用，河川の流水や海浜における海流の作用，堆積岩の生成環境（堆積盆，堆積場）などを調べたりするために研究されている。基本的には，礫で行ったのと同じような記載法を行われるが，小さい試料を大量に処理することになるので，簡便なものや統計処理を想定してなさることも多い。粒径が小さいものになると，顕微鏡などの使用も必要となるので，市民には困難となる。

市民の場合，野外でも撮影条件を決めて，スケールとカラース見本を同時に撮影して，それに位置情報つけておけば，十分データベースのための地質情報となるであろう。

Ⅳ　地質情報の公開

一次地質情報をデジタルとして収集，記録できたら，それらを加工して公開することになる。その手順を以下で考える。

1　一次情報の簡便な加工と公開

データベースの公開は，今ではインターネットを利用したものが一般的である。インターネット上の自分のホームページやブログ，あるいは画像の投稿サイトなどで公開していくことになる。

一番簡単なのは，一次地質情報を，記録したまま未加工のままでもいいから公開することである。上述の露頭の記載，石や砂の記載をデジタル化し，画像とともに位置情報（GPS で得た緯度経度，標高データ）をつけて公開すれば，利用可能となる。たとえば，MS-Excel の形式のデータとそれと関係がわかる画像データがそろっていれば，未整理でもデータベースとなりうる。

画像と未加工の一次地質情報だけでは，自分以外の人にとっては，利用価値が低いものとなる。公開するのであれば，何らかの加工，もしくは情報を付加していく必要がある。では，一次地質情報をどのように加工するのが適切なのであろうか。

もっとも簡便な方法は，画像と位置情報と記載情報をセットになったものを公開する方法である。

デジタルカメラによって撮影されたすべての画像には，Exif 情報が付加されている。Exif 情報とは，Exchangeable Image File Format の略で，1994年に富士フィルムが提唱したデジタルカメラ用の画像ファイルの規格で，現在では標準化されている。すべてのデジタルカメラに採用され，デジタル画像には Exif 情報が付加されている。国際標準化機構（International Organization for Standardization, ISO と略される）でも，DCF（Design rule for Camera File system）という仕様があるが，Exif2.1に準拠している。最新版は Exif 2.2（Exif Print と呼ばれている）となっている（カメラ映像機器工業会，2003）。

Exif として記録される情報（メタデータ）は，撮影日時，カメラ情報（メーカー名，モデル名），画像情報（画像全体の解像度，水平・垂直方向の解像度，色空間），撮影情報（撮影方向，シャッタースピード，絞り（F 値），ISO 感度，測光モード，フラッシュの有無，露光補正ステップ値，焦点距離），縮小画像などがある。そして，GPS 情報（緯度・経度・標高）も付加することができる。

Exif の GPS 情報は Geo Tag と呼ばれ，画像自体に地理情報が付加できることを意味する。デジタルカメラによっては，GPS 情報を取り込むことができるものもあり，携帯電話での撮影画像にも GPS 情報を付加することもできる。あるいは，Exif 編集ソフトなどでも，後から Geo Tag をつけることもできる。

Geo Tag 付き画像があれば，最小限の記載情報を付加して公開すればよいことになる。これが一番簡便な方法といえる。大手の画像投稿サイトあるいは画像保存サイト（無料のものでは Flickr や Picasa など）では，Geo Tag に対応しているものも多く，画像にコメントやキーワード（地質記載）をつけることが可能である。画像と記載としてのコメントやキーワードとをセットにしたものを，自分のアルバムとして投稿して蓄積していけば，それは地質情報のデータベースになる。Geo Tag が付いているので，Google Map や Google Earth などの地図上で画像を表示することもできる。

2　数値地図の利用

GPS 受信機による位置情報は，緯度，経度，標高と日時などが保存されている。GPS による位置情報システムは，前述のように今後大幅な精度向上が期待される。位置情報は，地理情報システム（Geographic Information System, GIS と略される）として，コンピュータを利用して分析し，加工して表示することができる。

日本では，国土地理院が「電子国土」を提唱している（電子国土事務局，2003）。「電子国土」とは，国土に関する地理情報を位置情報に基づいて統合し，コンピュータ上で再現するもので，各種のデータの公開を進められている。また普及啓発にも努められている。そのような統合的なシステムを「電子国土 Web システム」（http://cyberjapan.jp/）と呼び，国土地理院が提供する「背景地図」とともに，発信者の情報を重ねて表示するものである。

「背景地図」とは，数値標高と地図情報のことである。

数値標高は10m メッシュ（平均標高を求める範囲を10m 四方にしたもの）の精度で，日本全国のものがすでに用意され公開されている。さらに，都市部では 5 m メッシュ数値標高が整備中で順次公開されている。

地図情報は，25000分の 1 縮尺レベルで，ポイント（点），ライン（線），ポリゴン（面）の 3 要素のベクトルデータとして統一されたものがある。測量の基準点，道路の区域界や縁，海岸線，河川の区域界や堤防の法線，水涯線，行政区画や市町村，街区の境界線及び代表点，軌道

の中心線，標高点，建築物の外周線が，都道府県単位で用意されて公開されている。また，都市部では，2500分の１縮尺レベルで，現在整備され逐次公開されている。

「電子国土」では他にも，オルソ化された航空写真や検索システム（地理情報クリアリングハウス http://zgate.gsi.go.jp/）なども公開されている。

このような電子国土 Web システムは，自治体で導入が進んでおり，都道府県レベルでは36.2％，市町村レベルでは20.1％が導入している。個人でも「簡単地図作成サイト」（http://cyberjapan.jp/ptmap/）で簡単に利用できるようになっている。

地理情報だけでなく，地質情報も「20万分の１日本シームレス地質図」として公開されている（産業技術総合研究所地質調査総合センター，2010）。この地質図は，GIS と連携（Google Map や独自ソフト J-iView）しており，衛星画像や航空写真，地形図などを背景に合成して閲覧することもできる。このように公官庁でも，民間のシステムやソフトなどを利用したものが提供されており，非常に便利に使いやすくなっている。

GIS 用のソフトとして，高価で高性能の ArcGIS（ESRI 社製）や比較的安価な SuperMap（日本スーパーマップ社製），あるいはフリーソフトのカシミール３Ｄ（杉本智彦）など多様なものがある。著者は，SuperMap とカシミール３Ｄを利用している。市民にはフリーソフトのカシミール３Ｄが便利で使いやすいであろう。

GIS の導入は，市民にはとっつきにくく大変かもしれないが，GPS による位置情報と数値地図を利用すれば，非常に手軽で便利である。デジタルの利点である再利用においてもデータの劣化なく，だれにでも同じ精度で再現できる。このような GIS を利用した地質情報を公開すれば，興味を持つ人や研究者でも利用可能となる。

たとえば，位置情報と GIS を利用すれば，試料採取地点をいろいろな縮尺で簡単に表示でき，データベースとリンクすることも可能となる。「砂の自然史」で砂の採取地点を北海道や日本全国などですぐに表示でき，どのような地点から採取しているか，採取の密度はどれくらいか，採取もれしている地域はどこか，なども一目瞭然となる（図６）。

3　データベースの構築

著者は地質情報のデータベース用のサイトとして「川と火山の自然史」（http://geo.sgu.ac.jp/ river/index.html）を2002年12月から公開している。川や海岸，火山の石ころ（岩石標本）や砂を集めてデータベース化している（図７）。非常に多岐にわたるデータベースであるが，自分のための研究用データではあるが，市民も利用できるようにある程度の解説もつけて公開している。データを活用するためのアイディアや方法，研究成果も同時に公開している。

砂や石ころを集めるということは誰にもできる単純な行為だが，大地への興味をもってもらい自然への親しみを養うには，適切な素材である。砂の収集は，神奈川県立生命の星・地球博物館が，博物館ボランティアや市民を動員してはじめたもの（EPACS，2010b）で，現在も継

続中である。著者も独自に砂を収集中である。同じような試みは例がなく，継続的に続けているのは，神奈川県立生命の星・地球博物館と著者のものだけである。ちなみに，博物館では砂の試料が2069個（2010年１月７日現在）で，著者のものは570個となっている。今後もこれらのデータベースは増殖していくであろう。

市民でも，ホームページによるデータベースは，自由度が大きく様々な試みができる。大変であれば，より手軽なブログでも自由度は劣るが同等のデータベースを作成することはできる。もっと手軽には，上述のような画像と Geo Tag，キーワードによるデータベースであれば，それほど手間をかけることなく構築できる。

データベースを公開したら，次には地質情報を集積しているようなサイトがあれば，そこにリンクをはり，自分の地質情報があることを告知することである。地質情報の集積よってメタ・データベースができていけば，それは重要な地質学的資産となるであろう。

もしそのようなサイトが見つからなくても，長期にわたり，適切なキーワードをつけて地質情報を蓄積し，公開し続けていけば，検索エンジン（Google や Yahoo など）の上位に登録され，閲覧者が増えてくるであろう。そして賛同者もでてくるかもしれない。そしてお互いのリンク集は，メタ・データベースへなってくであろう。

Ⅴ　まとめ：科学教育における位置づけ

市民が自然や大地に興味をもつことは重要である。その最初のステップとして，身近な大地を記録していくことを提案した。次にそれをデータベースにする。やがて，そのデータベースが科学的にも重要性を持つようになる。このようなプロセスを目の当たりすれば，市民が自然や大地にもっと目を向けるきっかけになるであろう。

そのような試みを困難にしているのは，地質情報を記録することやデータベースを作成することが，難しいという先入観を持っているためである。市民がすでに持っているスキルで簡単に地質情報を記録できること，データベース構築も簡単であることを示すことによって，バリアは消えていく。

ある程度地質情報データベースが整ってくれば，それを用いて，さまざまな利用が可能になる。著者はケーススタディとして科学教育への利用を試行してきた。

そのひとつに E-learning を用いた試みがある。E-learning システムはすでにいくつも存在し，教材作成や学習コンテンツは作成できる。だが，一人で手軽に簡単にできるものは少ないが，e-learning コンテンツ作成だけに特化したシステムであれば，誰でも手軽にできるものが開発されてきた（小出，2006b）。そこで示したような e-learning システムを導入すれば，だれでも教育コンテンツが作成でき蓄積できる。

さらに，地質情報の数値標高と衛星画像をもちいて，地形や地質の特徴を可視化し（小出，

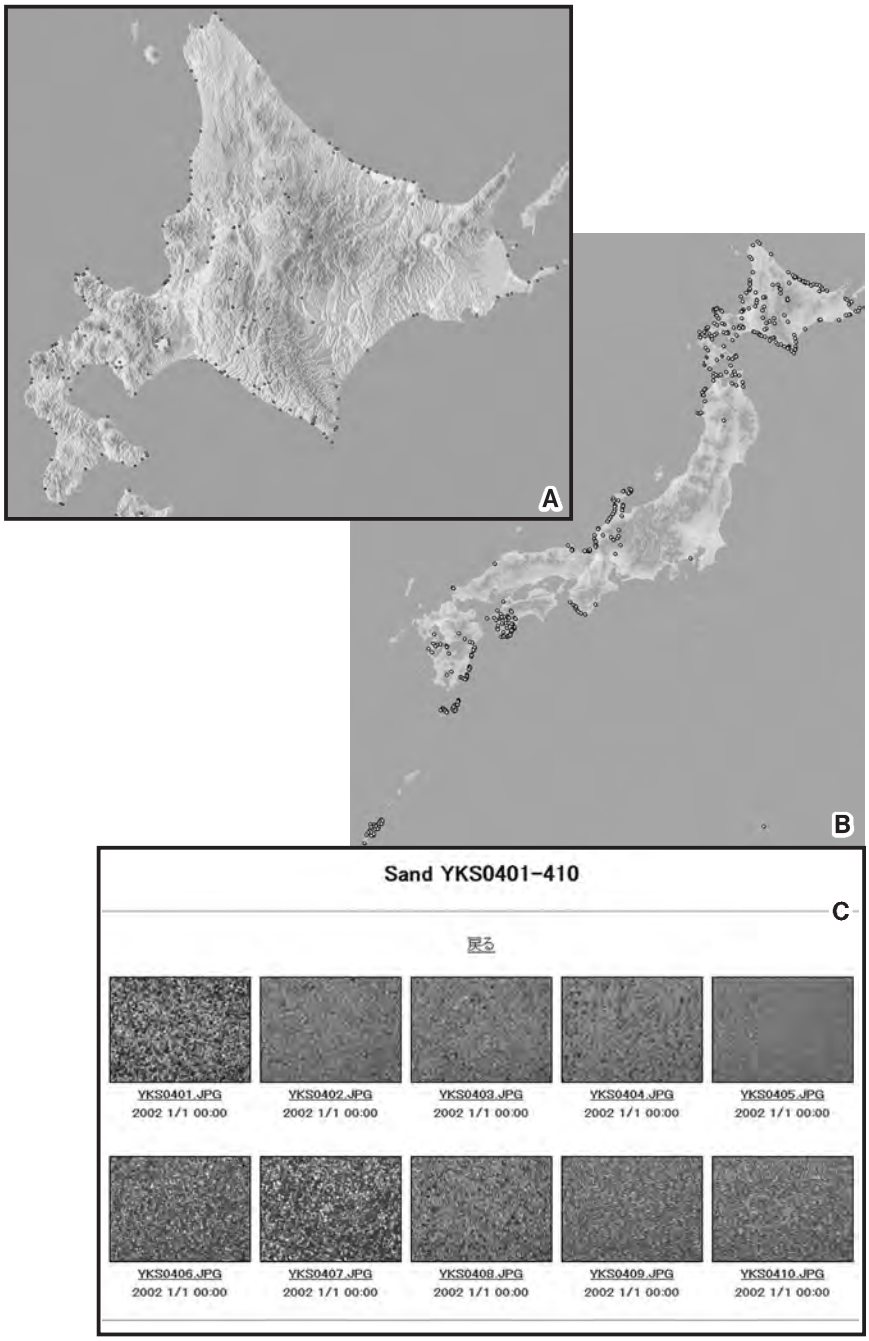

図６　砂の博物館

著者が公開している地質情報データベースの「砂の博物館」の一部。Ａ：北海道の砂採取地点を示した図。Ｂ：日本の砂採取地点を示した図。Ｃ：砂のデータベースのあるページ。

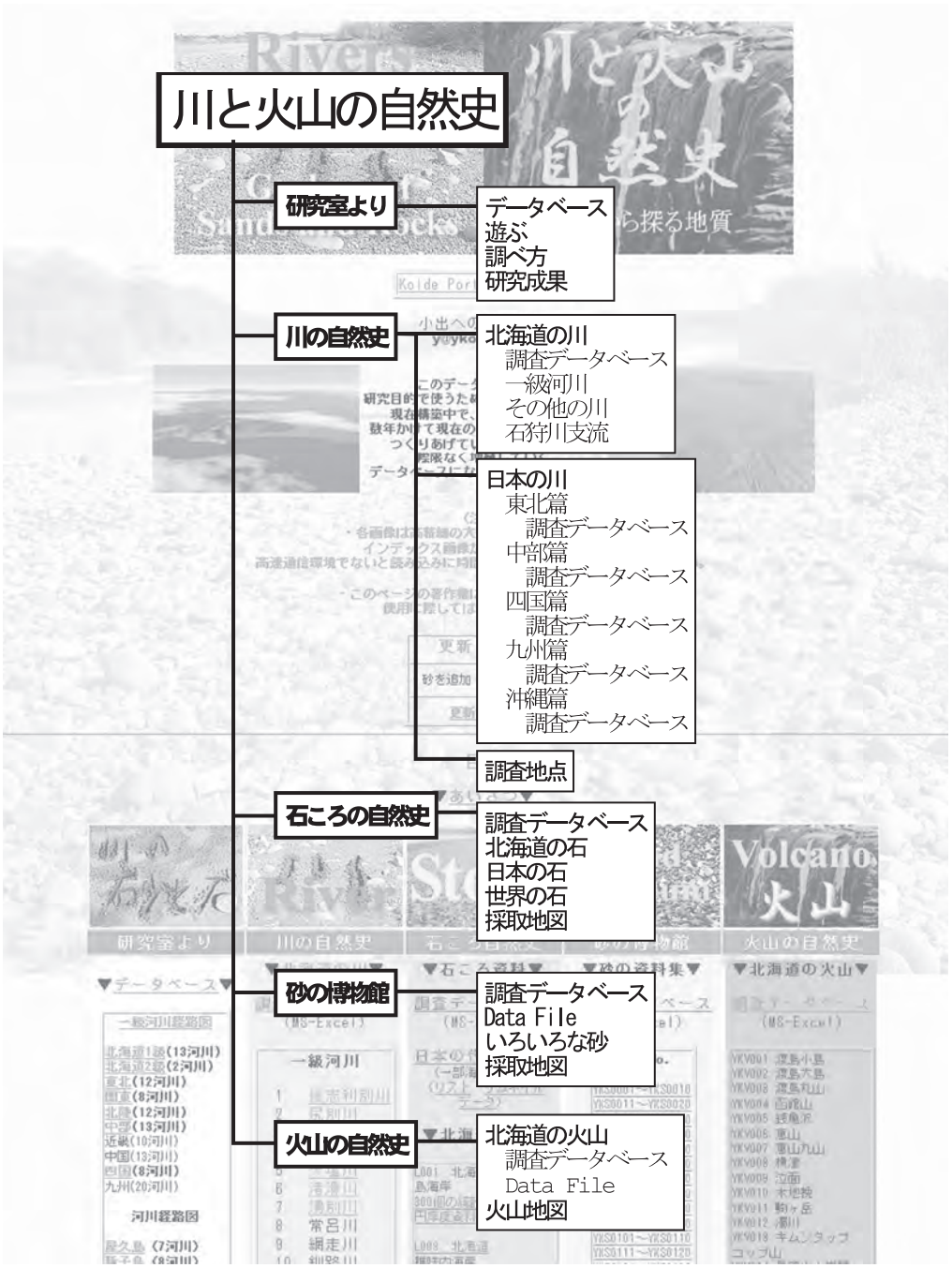

図７　地質情報データベース

著者が公開している地質情報データベース。ホームページのサイトの階層図。背景画像：ホームページのトップ画面の一部。

2005b ；小出・新井田，2007），それらの科学教育への利用（小出，2008b）などの試みをおこなってきた。教員への教育（小出，2004b ；小出ほか，2007）や異種教育機関におけるネットワーク（小出，2007a）の一つとして利用できることも示した。

このような方法を考えることは科学教育の一環でもあり，そのプロセス全体が科学教育の方法論となるであろう。

本研究で，地質情報を扱ったりデータベースの作成をしたりした経験のない市民でも，参加可能な方法を提示することができた。だれでも簡単に自分の調べたものがデータベースになり，自分のデータベースが，誰かの教材になり教育に利用されれば，データベースの増殖へのさらなる動機付けとなるであろう。そして，市民がもっと身近な大地や自然を調べ，知り，慈しむ気持ちを育めれば，すばらしい教育システムといえる。この方法が確立され普及すれば，市民の自然回帰だけでなく，自然資産や教育資産の集積となるであろう。

文　献

新井宏嘉・大森聡一・宮下敦，2009.「地質調査におけるGPSロガーの活用」『地質学雑誌』115，10，552-557.

EPACS, 2010a. 「神奈川の大地」http://www1.tecnet.or.jp/museum2/　2010.12.10 閲覧.

EPACS, 2010b. 「砂の自然史」http://www1.tecnet.or.jp/sand/　2010.12.10 閲覧.

カメラ映像機器工業会，2003.「DCFおよびExifの規格改定の概要」http://www.cipa.jp/exifprint/contents_j/01exif_j/ExifDCFsummary_J.pdf　2010.12.10 閲覧.

小出良幸，2003.「大学からの市民への教養教育の新しい方法論」『札幌学院大学社会情報学部紀要 社会情報』13，1，19-28.

小出良幸，2004a.「GPSと数値地図を用いた野外調査の効率化とデータベースの可視化」札幌学院大学情報科学研究所『情報科学』24，7-20.

小出良幸，2004b.「教員の自然リテラシー習得のための考え方」『札幌学院大学社会情報学部紀要 社会情報』14，1，87-100.

小出良幸，2005a.「野外現況の記録とパノラマ画像を用いた提示手法について」札幌学院大学情報科学研究所『情報科学』25，13-31.

小出良幸，2005b.「専門情報を活用した市民科学教育の方法論－衛星画像によるケーススタディー」『札幌学院大学社会情報学部紀要 社会情報』15，1，1-18.

小出良幸，2006a.「物質，時間，空間の視点からみた地質学的境界」『札幌学院大学人文学会紀要』80，21-41.

小出良幸，2006b.「ひとりでおこなうE-learningの教育コンテンツ発信：PCレターを用いた実践的ケーススタディからの提案」『札幌学院大学社会情報学部紀要 社会情報』16，1，1-15.

小出良幸，2007a.「異種教育機関におけるネットワークによる科学教育の試み－大学と２つの博物館によるケーススタディー」『札幌学院大学人文学会紀要』81，21-39.

小出良幸，2007b.「地質学的時間変遷の解読法：地層のまるごと記載による手法開発」『札幌学院大学社会情報学部紀要 社会情報』17，1，1-16.

小出良幸，2008.「野外対象物の高解像パノラマによる記録法」『札幌学院大学社会情報学部紀要 社会情報』17，2，15-36.

小出良幸，2008.「一研究者による産学共同研究：数値地図を用いた地質解説による科学教育のケーススタディ」『札幌学院大学人文学会紀要』84，53-77.

小出良幸，2009.「市民による地質情報の記録手法の開発と科学教育への応用を目指して」『札幌学院大学人文学会紀要』86，67-88.

小出良幸・新井田秀一，2007.「数値標高による地質情報の可視化と地質学への応用について」『札幌学院大学

社会情報学部紀要 社会情報』16，2，19-38.
小出良幸・下野洋・谷田部玲生，2007.「教員の自然リテラシー育成のための手法開発とその試行－地層を用いた時間・空間概念の習得－」『札幌学院大学人文学会紀要』82，19-44.
電子国土事務局，2003.「電子国土とは？」 http://portal.cyberjapan.jp/shiru.html　2010.12.10 閲覧.
公文富士夫・立石雅昭編，1998.『新版砕屑物の研究法』地学団体研究会 p 399.
産業技術総合研究所地質調査総合センター，2010.「20万分の１日本シームレス地質図」 http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db084/index.html　2010.12.10 閲覧.
宇宙航空研究開発機構，2010.「準天頂衛星初号機「みちびき」プロジェクト概要」 http://www.jaxa.jp/projects/sat/qzss/index _j.html　2010.12.10 閲覧.

Construction of Geological Data Base by the Citizens, for the Citizens

KOIDE Yoshiyuki

Abstract

This Paper proposes that the citizens without the geological skill describe outcrops and rocks, and construct the geological data base. They should be interested in the nature as following processes; recording familiar outcrops, making to the data base, using it for science and education. These processes could be use for educational method to search, to know, to teach the familiar geological site. If this method is spread, it is possible not only the accumulation of geological information, but also the accumulation of an educational property.

Keywords: Geological Information, Data Base, Science Education, Citizenry Participation

（こいで　よしゆき　本学人文学部教授　こども発達学科）