

ペンタブレットと画像解析ソフトを用いた、二次元画像のデジタル計測 —地質構造を例として—

藤井幸泰

深田地質研究所

Digital measuring of 2D images using the pen tablet and the image analysis software
-an example of geological structure-

FUJII Yukiyasu

Fukada geological Institute

要旨：ペンタブレットと画像解析ソフトを使用し、コンピューターを利用して岩石薄片のデジタルスケッチ画像を作成し、その画像からモードを測定する手法を考えた。また同じ機器とソフトを利用し、様々な地質構造を測定できることも紹介する。

キーワード：岩石薄片、モード、ベクトル画像、ラスター画像

はじめに

岩石の鉱物量比を薄片上で測定するには、従来、ポイントカウンター式が利用されてきた（黒田・諏訪，1983）。このモード（modal composition）を測定する際、メカニカルステージとポイント・カウンター（やや高価な機器）を使えば作業が比較的スムーズに運ぶ。しかしスムーズとはいえ、一枚の薄片で3000点程度測定するには、最低1～2時間は必要となる。また、同一の薄片のスケッチが必要な場合、ポイントカウンター式の測定とは、全く別の作業になってしまう。

近年、様々な作業にコンピューターが利用されている。ペンタブレットと画像ソフトを使用し、コンピューター上で薄片のスケッチを作成することも可能である。また、デジタルデータとなった薄片スケッチを用いれば、コンピューター上でモードを測定することも可能である。ここでは、

このコンピューターを利用したモード測定の方法を紹介する。

使用機器およびアプリケーション

本稿ではMacintosh (MacOSX) を利用しているが、利用できるアプリケーションや機器を選べばWindowsPCでも同じことができる。薄片をデジタル化する際に、Epson GT-9700Fの透過原稿スキャナーを利用した（図1）。また、岩石薄片のスケッチを作成する際には、イラスト作成ソフトのAdobe Illustratorと、デジタル入力機器であるWacom Intuos（ペンタブレット）を使用した。

Illustratorはベクトル画像（数学的な幾何学で描かれる画像）の作成が可能であり、編集が容易でありかつ印刷時に解像度を気にしなくてすむ。モード測定にはImage Jという画像解析ソフトを利用した。Image JはNational Institute of Health, USAのWayne Rasband氏（<http://rsb.info.nih.gov/ij/>）の

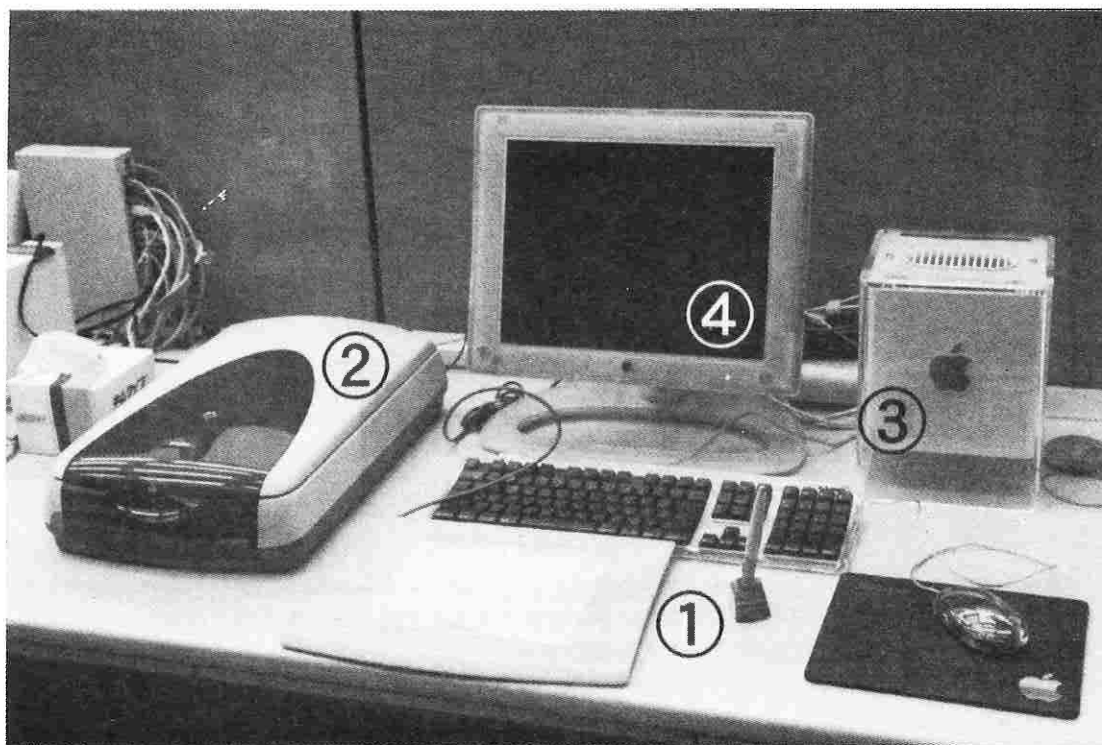


図1 利用する機器一式

- ① ペンタブレット (Wacom Intuos) ② スキャナー (Epson GT-9700F) ③ コンピューター (Macintosh G4 Cube) ④ モニタ

作成したソフトである。これはNIH Imageを発展させたようなソフトであるため、NIH Imageそのものを利用することも可能である。なお、Image Jはラスタ画像(ドット; 点の集まりで描かれる画像)をつかって解析をする。したがってIllustratorでつくったベクトル画像の薄片スケッチは、ラスタ画像として出力してからImage Jに取り込む必要がある。ところで、最初からスケッチ画像の解像度などを考慮して作業を行えば、フォトタッチソフト上でラスタ画像の薄片スケッチを作成しても問題ない。すなわち、Adobe PhotoshopやGIMP(GNU Image Manipulation Program)といったアプリケーションを、Adobe Illustratorの代わりに利用することも可能である。

作業手順

1. 岩石薄片のイメージをデジタル化する(スキャナーで読み込む)

Epson GT-9700Fの透過原稿ユニットを利用し、岩石薄片のデジタル化を行う。クロスニコルの画像を得るには、薄片を二枚の偏光板で挟んでデジタル化する。この際、解像度はなるべく高くした方が、鉱物の詳細な構造を読み込むことができる(図2: デジタル化した稲田花崗岩の岩石薄片のイメージ、これは1200 dpiで取り込んだ)。なお、低倍率の顕微鏡があれば、薄片全体をカバーするように顕微鏡写真を撮影し、コンピュータ上でつなぎ合わせて一枚の岩石薄片のイメージを作成しても構わない。

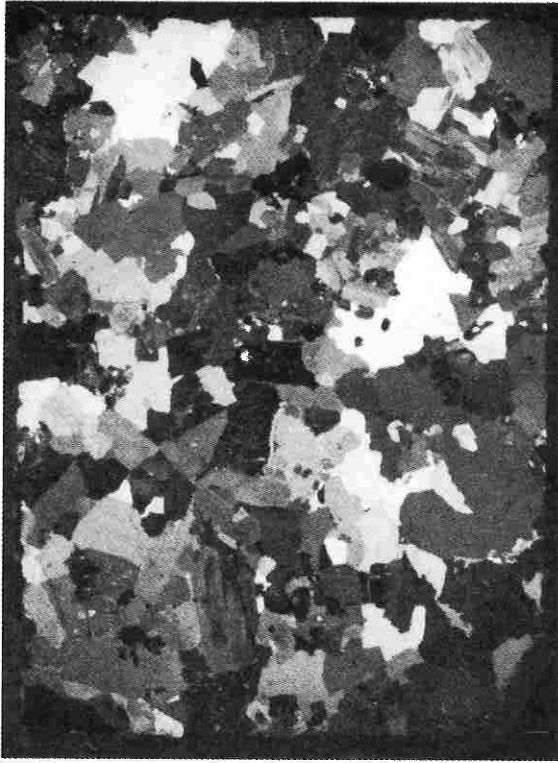


図2 稲田花崗岩の薄片（幅は約25 mm）



5 mm □ Feldspar □ Quartz ■ Biotite
図3 図2のスケッチ

2. 岩石薄片のイメージ上で、薄片のスケッチを行う（岩石薄片のトレース）

上記で取り込んだ岩石薄片イメージを *Illustrator* に取り込み、ペンタプレットを用いて岩石薄片のスケッチを行う。この際、レイヤー機能を利用して、各鉱物毎にレイヤーを割り振ると便利である。また各項物の晶出順序とレイヤーの順序を対応させるとトレースがしやすい。例えば黒雲母花崗岩の場合、黒雲母を最上部レイヤーにし、次に自形を良く示す斜長石、カリ長石の順にレイヤーを並べ、この順序でスケッチを行うとスムーズに行く。石英は最下部レイヤーである。図3に稲田花崗岩の薄片（図2）のスケッチを示す。このイメージはベクトル画像であるため、どれだけ拡大してもスムーズな線として表現される。また *Illustrator* から *PostScript* ファイルとして出力も可能であり、このデータを科学雑誌等の出版社へ直接渡すことも可能である。

3. モードを測定する（各鉱物の組成比をカウントする）

各鉱物のイメージは、*illustrator*上の各レイヤーで分類されている。それぞれの鉱物の領域を黒色に塗り、TIFFなどのラスター画像にして出力する（図4）。この際、解像度の指定を行う必要がある。A4スケールを占めるような大きさのイメージであれば、モニターと同じ72dpiでも十分であろう。これは測定したい鉱物の領域の広さにも応じて決定する。出力したTIFFなどのラスター画像を *Image J* に読み込む。Process→Binary→Threshold を選択して画像を白黒の2bit化し、Analyze→Histogram で黒い部分（Value 0）のドット（点）の数を測定することができる（図4の石英は77,189点）。

同様な作業をすべての種類の鉱物で行う。*Illustrator* からラスター画像として出力する際、解像度はすべて同一値とする。図5の長石と図6の黒雲母は112669点と6830点である。ドットの数

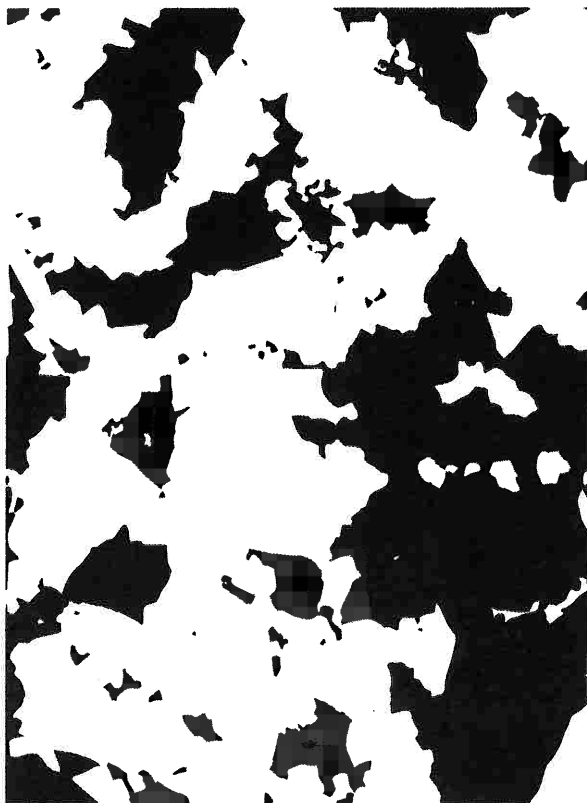


図4 図3の石英の領域



図5 図3の長石の領域



図6 図3の黒雲母の領域

の比率を計算すれば、図2の花崗岩薄片のモード比が Qz (39%) , Fl (58%) , Bi (3%) であることがわかる。これは稲田花崗岩の全岩組成から求めたノルム構成比(竹村・小田, 2002) とほぼ等しい。

同様な測定例の紹介, その他地質構造測定への応用

Fujii (2004) で紹介されている, 節理の終点部分の粒界/粒内割れ目の比は, 割れ目トレースをベクトル画像にし, 上記の手法で測定したものである。また藤井ほか (2005) の破断面上の構成鉱物比, Fujii et al. (in press) の花崗岩のモードも, 同様な手法で測定したものである。

図7は稲田花崗岩中に発生させた一軸引張割れ目のトレースである(藤井ほか, 2005)。これもIllustrator で描いた線である。これをラスタライズ



図7 稲田花崗岩中のGrain面に平行な一軸引張割れ目の断面（藤井ほか，2005）

して Image J に読み込み，Process→Binary→Threshold を選択して画像を白黒の 2bit 化し，Analyze、Tool、Save XY Coordinate を選択すれば，テキストファイルで割れ目トレースの XY座標を得ることができる（これはドット（点）単位となるため，実際の薄片のスケールと合わせる必要がある）。このXY座標を用いれば，破断面の粗度（Roughness；藤井ほか，印刷中）の測定も可能である。これ以外にも応用できる範囲は広いと考えられ，これから様々な適用例を築き上げていきたい。

引用文献

- Fujii, Y., 2004, Microscopic structure of joint terminations in granitic rock. Annual Report of the Fukada Geological Institute, 5, 147-154.
- 藤井幸泰，竹村貴人，高橋学，林為人，赤岩俊二，2005，異方性を考慮した稲田花崗岩の一軸引張割れ目の特性．応用地質，46，239-243.
- Fujii, Y., Takemura, T., Takahashi, M. and Lin, W., 2006, Surface features of uniaxial tensile fractures and their relation to rock anisotropy in Inada granite. Int. J. Rock Mech. Min. Sci., (in press).
- 藤井幸泰・堀伸三郎・高橋学・竹村貴人・林為人，2006，デジタル立体写真測量による，稲田花崗岩の異方性と一軸引張破断面粗度のちがいについて．応用地質，（印刷中）．
- 黒田吉益・諏訪兼位，1983，付録4．モードの測定法，変更顕微鏡と岩石鉱物．316-320，共立出版，東京．
- 竹村貴人・小田匡寛，2002，マイクロクラックの三次元構造解析による花崗岩質岩石の脆性破壊機構．地質学雑誌，108，453-464．