

令和元年6月15日現在

機関番号：82709

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01053

研究課題名(和文)地球を理解するための岩石観察プログラムの開発

研究課題名(英文)Development of a rock observation program for understand the earth

研究代表者

山下 浩之(Yamashita, Hiroyuki)

神奈川県立生命の星・地球博物館・学芸部・主任学芸員

研究者番号：60261195

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：固体地球の仕組みを理解するためには、地球を構成する岩石を観察する必要がある。岩石を観察するためには、岩石をガラス板に貼りつけ、0.03 mmまで薄く削った、岩石プレパラートを作成して、偏光顕微鏡で観察する必要がある。しかし、岩石薄片の作成には技術と特殊な機器が必要であること、偏光顕微鏡は高価であること、岩石薄片の観察には知識が必要なことから課題が多い。そこで本研究では、1.安価で簡単な岩石薄片作成方法の開発、2.偏光顕微鏡を用いない岩石薄片観察、3.岩石薄片観察講座の実践の3つを任意に組み合わせることで、岩石を科学的に理解するためのプログラムを作成し実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

岩石薄片を身近にある素材を用いて作成し、偏光顕微鏡を用いずに観察を行うプログラムを作成した。このプログラムを博物館で開催する講座や教員を対象とした研修で実施することで、岩石のつくりを理解し、そこから大地の生い立ち、さらには地球のメカニズムを理解することを試みた。岩石薄片写真やスケッチを用いた岩石の観察は、中学校1年生で必須である。しかし理科教員の多くは岩石の仕組みや見られる鉱物の観察方法などを理解しておらず、教員を対象とした研修会での本プログラムの実施は大好評であった。また、アンケートの結果、一般市民の参加者の満足度も高く、プログラムの作成と実施の意義が感じられた。

研究成果の概要(英文)：In order to understand the solid earth, it is necessary to observe the rocks that make up the earth. In order to observe the rock, it is necessary to make a petrographic thin sections and observe it with a polarization microscope. However, the preparation of petrographic thin sections require many techniques and specialized equipment, polarization microscopes are expensive, and observation of petrographic thin section has many problems because it requires knowledge. So, in this research, 1. The development of the cheap and simple petrographic thin sections preparation method, 2. The petrographic thin section observation without using a polarization microscope, 3. The practice of three rock flake observation courses are combined and carried out arbitrarily, a program for scientific understanding of rocks was created and implemented.

研究分野：岩石学

キーワード：岩石薄片 偏光顕微鏡 岩石 実験・観察 岩石観察

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

岩石の組織を見分けるには、岩石薄片を作製して、偏光顕微鏡で観察するのが一般的である。申請者の所属する博物館の背景には箱根火山があるが、火山活動の源であるマグマが固まってきた火山岩を理解するためには、火山岩の組織を観察することが重要であり、岩石薄片の観察を行えば容易に理解することができる。このように岩石を理解するためには、岩石薄片を観察することが必要である。

しかしながら、岩石薄片の観察にはいくつかの問題が挙げられる。1 点目は岩石薄片の作製には、特別な設備と技術を要することである。2 点目は、岩石薄片を作製しても観察するための偏光顕微鏡が身近にない点である。偏光顕微鏡は比較的高価であるため、公立の中学校や高等学校では設置されていないことが多い。3 点目は岩石薄片の観察の難しさにある。仮に岩石薄片を作製して偏光顕微鏡を有しても、観察には知識を必要とするため、独学で観察を行うことはたいへん難しい。教員を対象とした博物館での岩石講座における聞き取り調査では、偏光顕微鏡による岩石薄片の観察をしたことがない教員は参加者の 9 割近くに達しており、教員が岩石薄片の観察に関する知識をほとんど有していないことがわかった。中学校 1 年で必須となっている「火成岩のつくり」の授業においても、ほとんどの理科授業では岩石薄片の観察はほとんど行わず、教科書や副読本にある写真もしくはスケッチを確認するだけで済まされているのが現状である。

このような現状から、学校現場でも対応できるような簡易な岩石薄片の作製方法の開発、偏光顕微鏡を使わなくても行うことができる岩石薄片の観察方法の開発、岩石薄片の観察に関する知識を習得するための講習プログラムの開発の必要性を感じた。さらに、以上の 3 点を実践することで、岩石薄片の観察を身近なものとし、岩石薄片の観察を通して岩石の成因を理解し、岩石から大地、そして地球を理解するプロセスの、必要性を感じた。

### 2. 研究の目的

前述の背景から、学校現場や家庭でも対応できるような、簡易な岩石薄片の作製方法の開発、偏光顕微鏡を使わなくても行うことができる岩石薄片観察方法の開発、岩石薄片の観察に関する知識を習得するための講習プログラムの開発を行う。これらの 3 つのプログラムを任意に組み合わせ、博物館の講座や教員研修等で実施し、被験者にアンケート調査を行い、評価と効果を解析すること、そのデータを元にプログラムの質を上げることが目的とした。

### 3. 研究の方法

研究の手法は 2 つあり、1 つは安価で簡単な岩石薄片の作製方法の開発、偏光顕微鏡を使わなくても行うことができる岩石薄片観察方法の開発、岩石薄片の観察に関する知識の習得を組み合わせたプログラムの作成である。

安価で簡単な岩石薄片の作製方法の開発プログラムは、岩石カッターやグラインダー等の専用の設備を使用せずに、ホームセンター等で市販されている物品を用いて、所要時間は概ね 1 時間から 2 時間 30 分程度で完成させることを目標とする。偏光顕微鏡を使わなくても行うことができる岩石薄片の観察方法の開発は、偏光板と、紙コップやデジタルカメラ、フィルムスキャナー等の比較的身近にあるものを組み合わせて、岩石薄片を観察する方法を模索するものである。岩石薄片の観察講座は、既存の代表的な火成岩や変成岩の岩石薄片を用いて、当館が所有する偏光顕微鏡を使用しながら、岩石観察の方法を一通り学ぶものである。

もう一つは上記で作成したプログラムを、講座や教員研修会等で実施することでその効果を

図り、プログラムの質を高めていくことである。

#### 4. 研究成果

安価で簡単な岩石薄片の作製方法の開発、偏光顕微鏡を使わない岩石薄片観察方法の開発、岩石薄片の観察に関する知識を習得するための講習プログラムと、これらの3つのプログラムを任意に組み合わせて実施した博物館の講座や教員研修等の実践結果を報告する。

##### (1) 安価で簡単な岩石薄片の作製方法の開発

ホームセンター等の身近な店舗で購入可能な物品を用いて岩石薄片の作製を試みた。所要時間は概ね2時間程度で完成させることを目標とした。いくつか試行した上で最適と思われた、具体的な方法を以下に述べる。

岩石の切断は行なわず、比較的大きめの岩石資料を大型のハンマーで半割し、破断面を小型のハンマーで欠くように割る。1.5×1.5×0.5 cm程度の石片が採れるまで何度も割る。続いて、紙やすりを用いて、石片を研磨する。紙やすりは、耐水紙やすりの#60～#400程度のものを数種類使用する。#60もしくは#80では、表面の凹凸がなくなるまで平滑にする。#240、#400については、石片の大きさや岩石の種類によって異なるため、おおよそ3分程度を目安に研磨する。さらに耐水紙やすりの#800、#1000、#2000の紙やすりを用いて石片を研磨する。研磨後、市販のホットプレートを用いて、約120度で20分程度乾燥させる。水分を飛ばさないと次に行う接着がうまくいかないためである。スライドガラスと石片の接着は、ホットプレートの温度を80度程度まで下げてから行う。接着剤には(株)コニシ社製の2液混合型エポキシの「ボンドE」を用いる。接着後、ホットプレートの温度を120度程度まで上げ一気に固結させる。固着後、二次切断は行わず、紙やすりを用いて石片を粗研磨する。#80で石が透ける程度の厚さまで研磨する。手の保護と石片の厚さの目安を測るため、また片減りを避けるために、養生テープをスライドガラスの両端に巻き、さらにつまみを作って研磨すると良い。ある程度薄くなったら、#240、#400、#800、#1000、#2000の紙やすりで研磨する。#1000で適当な厚さまで仕上げると良い。斜長石の色が直交ポラーで灰色になるくらいが目安である。#2000で表面をならして完成。観察だけならば、最後にマニキュアを塗って完成とする。

##### (2) 偏光顕微鏡を使用しない岩石薄片観察

偏光顕微鏡を使わなくても岩石薄片を観察する方法をいくつか模索したので報告する。

紙コップを材料にした観察道具は、紙コップに偏光板を貼りつけた簡易なものである。紙コップを2つ用意し、底面に1円玉程度の穴をあける。片方の紙コップだけ、内側を黒色のアクリル絵の具で塗る。黒く塗ることで観察しやすくなるためである。もう一方の紙コップには、底面から約5mmの位置に、岩石薄片が入る大きさの穴をあける。穴の大きさは、高さ2mm、幅30mmで、岩石薄片が落下しないように少し小さめの穴にしたほうが良い。アクリル絵の具の乾燥後、紙コップの底面の丸穴の部分に、2.5×2.5cm程度の大きさの偏光板を貼る。観察方法は、紙コップの側面にあけた穴に岩石薄片を入れ、内側を黒く塗った紙コップを内側に入れて観察する。2枚の偏光板が平行の状態が開放ポラーで、直交した状態が直交ポラーとなる。なお、紙コップと偏光板を用いた岩石薄片の観察方法は、今回がオリジナルではなく、いくつかの先行事例が報告されている。

デジタルカメラの顕微鏡モードの活用は、顕微鏡モードと呼ばれる撮影機能がついているデジタルカメラを用いて観察を行う。顕微鏡モードに偏光板を組み合わせることで、岩石薄片の撮影が可能となる。撮影の方法はデジカメを顕微鏡モードにして、その上に偏光板、岩石薄片、そして偏光板の順に載せて撮影を行うだけである。偏光板を90度まわすことで、開放ポラー

と直交ポーラーの状態ができる。なお、紙コップを材料にした観察道具とデジカメの顕微鏡モードでの撮影を組み合わせることも簡単に撮影を行うことができる。

ポジフィルムをスキャンすることが可能なスキャナーを用いて岩石薄片の観察方法も模索した。仕組みは、偏光板の間に岩石薄片をはさんでスキャンを行う。開放ポーラーでのスキャンの場合は、偏光板を1枚はずしてスキャンすればよい。スキャナーを利用した撮影でのデメリットは、デジカメの顕微鏡モードでの撮影と同様に、岩石薄片がスキャンされるだけなので、観察したり鉱物を同定したりするには不向きである。メリットは、広い面積が一度にスキャンできる点にある。このメリットを利用し、礫岩や粗粒の花崗岩など、偏光顕微鏡下では粒子が1つしか収まらないような画角を全面に収めたり、岩石薄片に含まれる鉱物を、電子線マイクロアナライザーを用いて化学分析を行う際のマップを作製したりするにも活用できる。

スライド映写機を活用した岩石薄片の観察も可能である。35 mmのポジフィルムのマウントに偏光板と岩石薄片を挟み込みテープ等で止める。この状態で投影すれば、開放ポーラーの状態を観察することができる。直交ポーラーの状態は、先に入れたマウントの外側に偏光板が直交する方向になるようにもう一枚入れる。この方法のメリットは、授業や講座などで、一度に全員がリアルタイムで同じ画角を見ることができるところにある。デメリットは、スライド映写機の光源が暗いために、部屋を真っ暗にしないと見えないこと、また、光源が弱いことから細かな組織を持つ岩石薄片は見にくい点などがある。スキャナーによる撮影と同様に、礫岩や粗粒の花崗岩など粒子の粗いものには適している。

### (3) 岩石薄片観察プログラムの作成

観察プログラムは、1 岩石の説明、2 鉱物の説明、3 偏光顕微鏡による観察の3パートから構成される。

岩石の説明では、火成岩、堆積岩、変成岩等の岩石の分類について説明する。火成岩は火山岩と深成岩に分類されることを説明し、岩石写真と偏光顕微鏡写真で火山岩の構造を解説する。あわせて火山岩の細分方法から、深成岩の構造、鉱物の体積比による深成岩の細分方法を説明する。これにより、偏光顕微鏡による岩石薄片観察の重要性を再確認する。

鉱物の説明は、主要造岩鉱物について、標本写真を用いながら、色や形状、産状等を説明する。無色鉱物と有色鉱物の違いも説明する。続いて鉱物の形、他の鉱物との関係、へき開、色、多色性、消光位、干渉色、鉱物特有の構造など、偏光顕微鏡で観察すべき項目を説明する。

偏光顕微鏡観察を用いた岩石薄片の観察講座では、実際に偏光顕微鏡を使用して行う。偏光顕微鏡の使用方法を説明し、講座用に作製した岩石薄片セットを配り、課題に応じて観察を行っていく。使用する岩石薄片は、主要造岩鉱物を観察しやすい岩石を材料にしている。以上を約2時間30分で実施する。

### (4) プログラムの実施：実践報告

前述の安価で簡単な岩石薄片作成方法の開発、偏光顕微鏡を用いない岩石薄片観察、岩石薄片観察講座の実践の3つを組み合わせ、岩石を科学的に理解するためのプログラムを作成し実施した。対象は、一般（中学生以上）、教員のほか、教員研修会、当館友の会の会員、箱根ジオパークジオガイドなどである。総回数は17回、延べ205名が受講した。内容は開催時間と対象により異なり、岩石薄片の作製、偏光顕微鏡を使用しない岩石薄片の観察道具の作製、偏光顕微鏡を用いた岩石薄片の観察講座のいずれかを組み合わせた。一般向けの講座では、3つすべてのプログラムを実施すると1日半かかってしまい、時間が足りないため。そのため、岩石薄片を作製し、紙コップを材料にした観察道具を作製して持ち帰るまでのものを多く実

施した。教員研修では、すべてを組みあわせてより高度な講座を行った。

安価で簡単な岩石薄片の作製については、2016年11月の、箱根ジオパークのジオガイド対象の講座が最初であった。この講座では、初めての講座であり、用意された時間が1時間30分であったことから、岩石薄片が完成したのは3割程度の参加者のみであった。2017年7月以降の講座では、紙やすりの組み合わせや石片のとり方などを工夫し、小学生でも岩石薄片の作製の完成率がほぼ100%となった。

さらなる応用として、野外での岩石薄片作製と観察を試みた。通常の講座においては、河原や海岸にて肉眼もしくはルーペで岩石の観察をするのが一般的である。しかし、岩石の組織や含まれている鉱物の種類など、口頭の説明だけでは理解しづらい。そこで、河原において岩石薄片を作製し、その場で観察を行う講座を試行した。酒匂川の河原にて、「簡易な岩石薄片の作製方法の開発」で紹介した方法で岩石薄片を作製する。作製後は、偏光板を組み込んだ生物顕微鏡に、デジタル顕微鏡カメラを装着し、映像をタブレットに映しながら、岩石の組織や含まれている鉱物を解説した。講座終了時の感覚として、岩石標本を見ながら、偏光顕微鏡による岩石薄片の観察が加わることにより、参加者は岩石に対する理解がより深まったように見えた。

講座終了時に理解度と感想についてアンケート調査を実施した結果、「岩石薄片の観察により、岩石に対する理解度が深まった」との感想が多数得られた。このような講座を繰り返すことで、より岩石に関する理解が高まるであろう。しかし、博物館の講座では参加人数も限られ、かなり地道である。今後は教員対象に講座を実施し、教員を通じて、子どもたちに展開していく方法が最適ではないかと思われる。このような活動を繰り返していくことで、岩石薄片の観察を通じた、岩石、さらには地球を理解する活動を深めたい。

## 5. 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計1件)

山下浩之・川手新一・山口珠美, 2019.2. 岩石薄片の作製と観察を取り入れた学習プログラムの開発と実践. 神奈川県立博物館研究報告自然科学, 48: 139-150.

### 〔学会発表〕(計1件)

山下浩之・川手新一・山口珠美, 2018年9月5日. 岩石観察プログラムの開発と実践～岩石プレパートを簡便につくり、観察するための試行. 日本地質学会第125学術大会, 9月, 北海道大学.

### 〔図書〕(計1件)

山下浩之, 2019.3. 岩石薄片を簡単につくり観察する. 自然科学のとびら, 26(1): 4-5.

### 〔産業財産権〕

#### 出願状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6．研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：  
ローマ字氏名：  
所属研究機関名：  
部局名：  
職名：  
研究者番号（8桁）:

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：川手新一、山口珠美  
ローマ字氏名：Shin-ichi Kawate, Tamami Yamaguchi

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。