

# 博物館教室における試み

——自作偏光顕微鏡の考案とその利用——

國 光 正 宏

An Experiment in our Museum Classroom  
——Polarization microscopes of our own Making and their Use——

Masahiro KUNIMITSU

## 1. はじめに

資料の保存・研究及び、それを普及・啓蒙する力も含めて、最近とくに学芸員の資質向上が話題になっている。今年9月21日から10月6日まで、岐阜県教職員海外研修派遣団の一員として、マレーシア、オーストラリア、ニュージーランドの教育視察をする機会を与えられた。時間を取り、オーストラリア博物館とニュージーランドのオークランド協会博物館を訪ねることができた。すでに聞いていたことではあるが、外国における学芸員(Curator)の地位の高さには驚かされた。長年教員生活を続けてきて、博物館に転勤になってから学芸員資格を取得したものにとっては、その職の重要さに改めて気づかされる思いであった。

新井(1979)は博物館学講座で、博物館の教育担当職員について、「学芸員が資料研究活動をしている館にあっては、教育活動がなおざりになるので、教育実践に専念できる職員が必要であろう。そのために、学校の教員の中から、当該博物館が扱う資料について専門の知識を持ち、同時に教育経験を有するものを選抜して博物館に「充指導主事」としてはりつける方法も可能である」と述べている。当博物館においては、まさしくこの方策でもって学芸活動が行なわれている。

当館に着任以来、資料研究活動に力を入れてはいるが、資質の向上とまではなかなかいかない。しかし、長年経験してきた教師の立場を生かした学芸活動については努力してきたつもりである。昨年度は、特別展「奥飛驒の自然」の地質分野にて、自作偏光顕微鏡を用いた岩石の展示と、地形立体模型を製作し展示した実践について発表した。今回は、博物館教室にて実践した「岩石とそのつくり」と、「鉱物と私たちの生活」について報告する。

## 2. 背景とねらい

偏光顕微鏡を使用した岩石プレパラートの観察は、岩石のつくり、でき方などを理解させるうえで極めて大切なことである。しかし、実際には、偏光顕微鏡が高価であり、使用できる台数が不足しているという理由から、写真提示やプレパラート投影で終ることが多い。そこで、前任校では「自作偏光顕微鏡」を考案し、授業実践を行い、第10回東レ理科教育賞を受賞した。この偏光顕微鏡を昨年度夏の特別展「奥飛驒の自然」の岩石展示に利用し好評を得た。この展示をきっかけに、来館者から自作偏光顕微鏡の作り方について、いろいろと質問を受けた。その中で、同じように偏光顕微鏡を作りたいが、対物レンズ、接眼レンズが高価なこと(1万円程)、アクリル板を切断し、それを曲げることやピント調節装置の細工がむづかしいなどの意見を聞いた。

今回、これらの意見を参考にして、新しく、極めて安価にできる偏光顕微鏡を考案した。そして、この偏光顕微鏡の作製と、それを使用した岩石プレパラート観察をねらいとした博物館教室「岩石とそのつくり」、偏光顕微鏡を利用し、身近な材料を使用した鉱物の成長観察「鉱物と私たちの生活」について実施した。

ここに提示する自作偏光顕微鏡の考察とその利用は、博物館での実施はもとより、小学校・中学

校、高等学校での関係分野で活用できる。ただし、今回の教室では、時間的な制約と経済的なこともあり、偏光装置と鏡脚・載物台は、アクリルカップを使用した。ここに提示するのは、載物台等について、十分な観察ができるよう、工夫したものである。

### 3. 実践例 (ここでは授業案については省略する)

#### (1) "岩石とそのつくり" 実践時間2時間

展開：石のつくりの調べ方——石ころの観察をしよう——いろいろな砂の観察をしよう——岩石プレパラートの観察——偏光顕微鏡をつくろう。

#### ア. 自作偏光顕微鏡の作製

市販の偏光顕微鏡は高価であり、また、安価な岩石観察偏光装置は、虫めがねを用いているため、低倍率の拡大であり、観察する対象が限られてくる。それに対して、この顕微鏡は40倍程の倍率が得られ、岩石プレパラート観察には適当である。長所は、身近にある材料を用い、安価で、しかも、手軽に作製できる点である。

#### イ. 作製の内容

##### ・回転装置について

厚さ2mmのアクリル板を50mm×60mmの大きさに切断し、中央に、直径20mmの孔を、赤熱させたコルク穿孔器を用いてあける。その上に、回転部を取り付ける。回転部はベアリング(外径50mm)と塩ビ管を使用する。ベアリングの内径に塩ビ管(直径25mmのものを長さ10mmに切断し、太さの調整のため、1ヶ所に切り込みを入れる)をはめこむ。この塩ビ管の一方を、上記のアクリル板に孔を合わせ、アラルダイトで接着する。これにより、ベアリングの外側リングを自由に回転させることができる。この回転するベアリングのアクリル板と反対側に、全円分度器(直径75mmの円形に切り、中央に半径25mmの孔をあける)をアラルダイトで接着する。

##### ・鏡脚と載物台について

自作教具の製作には、とかく既成のものにとらわれ、二の足を踏むことが多い。それゆえ、原点にたちもどって、鏡筒をささええるものとして、アクリル容器(高さ110mm、口径120mm)を用い、載物台として塩ビ容器(高さ45mm、口径110mm)を用いた。アクリル容器の側面を二ヶ所切り取り、底の中央に、直径27mmの孔をあける。一方、塩ビ容器の方は、底の中央に直径27mmの孔をあけ、底の外側から上記回転装置をねじで取り付ける。この塩ビ容器を口が同じ向きになるようにして、アクリル容器の内側にはめこむ。

##### ・鏡筒について

外径26mmの塩ビ管を長さ28mm、34mm、87mmの3種に切断する。この切断した28mmと34mm、34mmと87mmのところにレンズ、(ガラスのレンズ、直径27



写真1 講座風景



写真2 参加者の活動風景

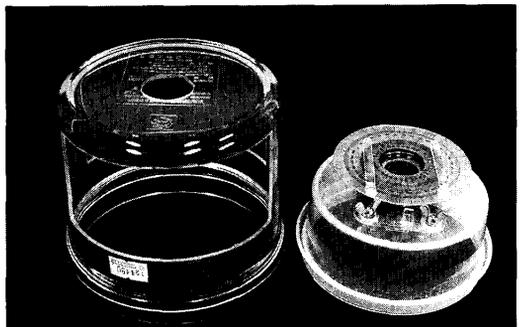


写真3 鏡脚、載物台と回転部

mm, 焦点距離77mm) a, bをはさむ。この鏡筒部を固定するため、外径32mmの塩ビ管を長さ75mm, に切断し、1ヶ所を縦割りにし、これに鏡筒をはめこむ。同じ塩ビ管を40mmに切断し、鏡筒にはめこむ。これについては、鏡筒がスムーズに移動できるように、口径を多少広めに拡げ(塩ビ管の口径を拡げるには、1ヶ所を縦に切りこみ、外径26mmの塩ビ管をさしこみ、熱湯中で5秒間程煮沸させ、その後水で急冷させる)、これを鏡脚にアラライトで固定させる。鏡脚に固定する部分を補強するため、外径38mmの塩ビ管を長さ20mmに切断し、

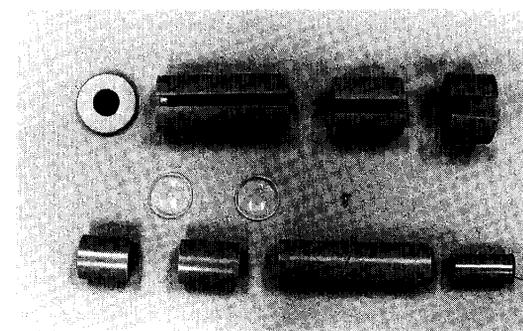


写真4 鏡筒製作材料

・ピント調節について

鏡筒をつくる87mmの塩ビ管の1ヶ所に、ら線状に、金ノコギリで溝を彫る。鏡脚に固定した塩ビ管の一ヶ所に、短かく切断した釘を、鏡筒の溝にとどくようにさす。筒を回転させることで鏡筒を上下させ、ピント調節をする。

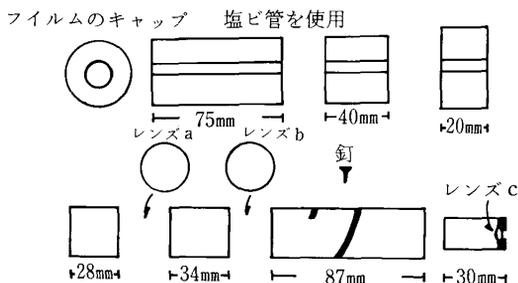


図1 鏡筒部品説明図

・対物レンズについて

外径18mmの塩ビ管を30mmの長さに切断し、一方の先にレンズc(プラスチックのレンズ, 直径9mm, 焦点距離12mm)を貼りつける。光量を絞るのに、コダックフィルムケースの底の部分を円形に切り、その中央に直径2mmの孔をあけ、レンズの上側にはめこむ。これが対物レンズで、鏡筒の下側にはめこむ。このままでは、ゆるいので、コダックフィルムケースを切り取り、すき間をうめるようにしてはめこむとよい。

・偏光板の取り付け位置について

下方の偏光板は、載物台の回転部とアクリル板の間に、円形に切りはめこむ。上方の偏光板はコダックフィルムケースのキャップの中央に直径25mmの孔をあけ、その内側に、偏光板を円形に切り、

貼りつけ、鏡筒の接眼部にはめこむ。ピントを調整するとき、鏡筒と一緒に円筒も回転するため、直交ニコルにするには、ピント調節ができたところで、キャップを直交ニコルになるように回転させるとよい。この際、直交であることがよくわかるように、キャップと載物台にあらかじめ印をつけておくとよい。また、キャップがスムーズに回転できるように、鏡筒の先端部の外側に、金ノコギリで溝をつけてから、フィルムキャップをはめる。

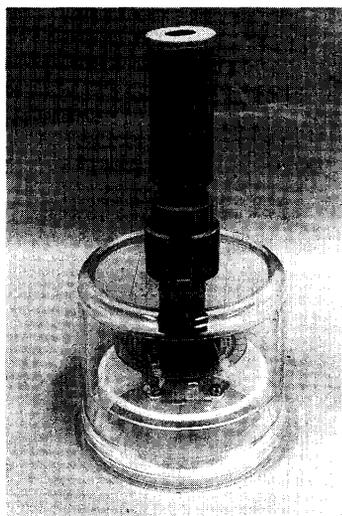


写真5 偏光顕微鏡

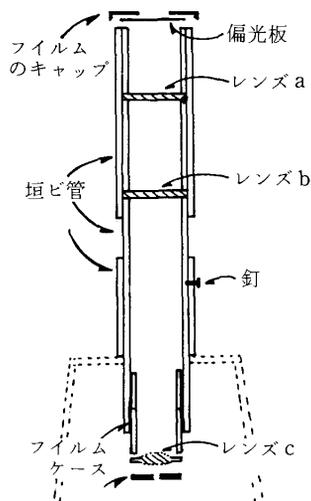


図2 偏光顕微鏡説明図

### ウ。博物館教室実施後のアンケート例

〔偏光顕微鏡づくりをしました感想を書いて下さい。〕

・「偏光顕微鏡観察ということで、組織がどうの、分類がどうのといった話しばかりかと思いましたが、顕微鏡を自作して、それで観察するといった発想は、とてもユニークなことだと思いました。偏光顕微鏡という操作がむつかしく、それに買うとすれば、数十万円もする高価なもので私のような素人に等しいものが手にしたところで、とても使いこなすことはできないでしょう。身近なところにある材料を利用して、自分で作る、お金さえあれば何でも手に入る世の中……当講座で一番感じたことは、こうして自分でつくるということでした。」……Kさん, 31才

・「偏光顕微鏡は前から欲しいと思っていました。販売店について、博物館にもハガキを出したりして教えてもらいましたが値段が高く買うことができませんでした。今度の講座で岩石プレパラートの観察ができると知って喜んで行ってみると、もっとうれしいことに偏光顕微鏡がつくれ、とてもうれしかったです。材料は非常に質素なもので、作り方もとても簡単なのにしっかりしたものができてよかったです。今後も大切に利用していきたいです。」……G君, 15才; 中学三年

・「家に持ち帰り落ちついて接着し、下部より電池の光源で検鏡しました。みごとなアンゼン岩の組織が浮き出て、手作りの喜びを味わいました。」……Aさん, 61才

・「お金を使わないでこんなすばらしいものができるということ、身近な材料を使ってくふうすればなんとかなるといふこと。でき上がったもの、高いものばかりに目が行く今の世の中ですが、いろいろ考えさせられた顕微鏡づくりでした。」……Sさん, 25才

アンケートの結果からもわかるように、偏光顕微鏡を通して岩石プレパラートを観察することは、岩石のつくりを理解する上で必要なことである。まして、自作した偏光顕微鏡での観察は、興味・関心を高めるといふ点からも大切なことである。

・「身近な材料で短時間に取り組めたことはよかった。しかし、もう少し顕微鏡による岩石の見方、岩石プレパラートの作り方が聞きたかった。」……Wさん, 50才

・「岩石はくわしく調べたい、けれども器具がない。また、買うには高すぎる……とあきらめてしまう場合が多いのですが、このように簡単にしかも安くできたらとてもよいと思います。しかし、今回の講座の前にも、岩石についての講座を開かれていたのですか? その分岩石の予備知識の説明が簡単であったような気がします……。」……Fさん, 25才

博物館の社会教育は、限られた層を対象とする学校教育とは明らかに異なり、年齢、受講回数知識度など不特定な人達を対象に行う点で困難が伴う。岩石の基礎知識については、4月の「三原山の噴火を考える」という講座において、三原山の溶岩のプレパラート観察をした。その時の受講者がいることや、講座の時間的な制約から、岩石の組織・分類については、あまり時間を取らなかった点は反省すべきことと思う。この点については、連続講座などにし、都合が悪く欠席した人に対しては、予備日を設けるような配慮も必要かと思う。いずれにしろ、新井(註)のいうように、「一人ひとりをもどのように対象とし、また、尊重していくか。」「一人ひとりをもどのように振興していくか。」について、今後さらに研究を進めていきたい。

(2) “鉱物と私たちの生活” 実施時間 2時間  
展開: 地殻をつくるもの——岩石をつくる鉱物——鉱物(結晶)とその成長——鉱物の利用  
ア. 身近な材料を用いた結晶の成長観察  
岩石プレパラートや火山灰中の重鉱物、硫酸

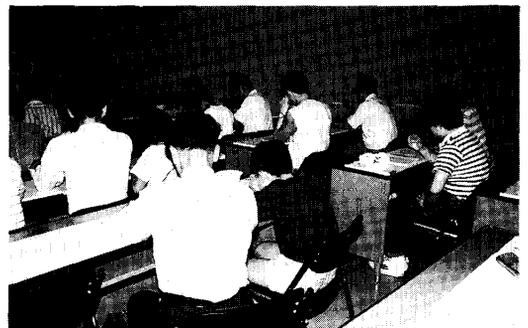


写真6 講座風景

銅・食塩の結晶の観察などは学校教育で、授業化されている。しかし、結晶の成長過程を短時間で観察することについては実践されていない。ここでは、芳香剤〈パラジクロールベンゾール、ナフタリン〉を使用した結晶の成長観察の方法について述べる。この実験観察は、鉱物の形や成長についての授業や、岩石プレパラート観察の授業の導入および、まとめとして利用できる。

#### イ. 結晶のつくり方

パラジクロールベンゾール、または、ナフタリンを小さいシャーレー内で、アルコールに溶かす。この飽和状態の液をあらかじめ作製したスライドガラス容器（スライドガラスの上に、塩ビ管の輪を貼りつけて作る……写真参照）に入れる。この容器を偏光顕微鏡の載物台の上ののせる。（載物台が水平になるように、真下から採光する。採光は蛍光灯を取り付けた観察台を作製するとよいが、懐中電燈を使用してもよい。）

液面にピントを合わせてから、容器のふちの一枚所に、注射器を用いて、水滴を1～2滴、滴下する。パラジクロールベンゾールの短冊状の結晶（ナフタリンは菱形や六角形の結晶）ができそれが成長するのを観察できる。

この方法は、アルコール中に溶けていたパラジクロールベンゾール（またはナフタリン）が、水滴を入れることによりその接触面で、細かい結晶ができ、その結晶を核にして、アルコールが蒸発するのに伴って結晶が成長するものと思われる。ただし、パラジクロールベンゾールやナフタリンをアルコールに溶かした液をそのままの状態に放置しておくと、アルコールが蒸発するのに伴って樹状の結晶ができるだけである。

パラジクロールベンゾールの短冊状の結晶や、ナフタリンの菱形や六角形の結晶を観察すると、結晶が重なったところと重なっていないところで、干渉色がちがうことがわかる。結晶の厚さのちがにより、干渉色が異なることを学ぶ好材料になる。また、結晶が極めて鮮明であるため、成長が止まった段階で、消光や消光角についての学習に役立つ。

実施後、結晶の成長観察について質問したところ、鉱物の成長過程をつぶさに観察でき、その変化の様子に驚くとともに、その結晶の美しさに感動していた。受講者の中には、結晶が重なっているところは、重なっていない部分と色が異なること、同じ材料では、大きさにちがいがあってもできてくる鉱物の形は似ていることに気づいた人もいた。反省として、変化の様子を全員に提示できる方策（顕微鏡のテレビ投影など）を今後考えて行く必要を感じた。

#### 4. レンズに水滴を用いた偏光顕微鏡

欧米の博物館を視察された方々は、"館内で児童・生徒が化石や鉱物などの自主学習をしている姿

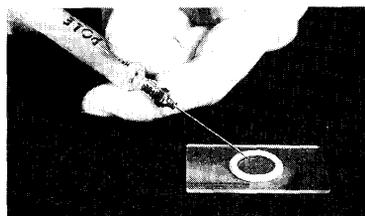


写真7 結晶のつくり方



写真8 パラジクロールベンゾールの結晶



写真9 40秒後



写真10 ナフタリンの結晶

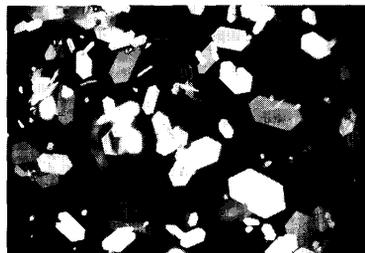


写真11 ナフタリンの結晶

を必ず見かける、と話しておられる。今回のオーストラリア、ニュージーランドの博物館では見かけることはなかったが、"もの"を通して教育する博物館が、ガラス越しの展示のみならず、体験学習のできる教育機関としてさらに発展するよう努力する必要がある。ここに提示するレンズに水滴を用いた顕微鏡は、そのような意味も含めて考案したものである。

この顕微鏡の特徴は、偏光顕微鏡の対物部のレンズの代わりに、水滴を用いたことである。

外径18mmの塩ビ管の先端を図のように切り取り、そこに、直径18mmの座金を貼りつける。これを自作偏光顕微鏡の対物レンズの代わりに取り付ける。光源を調節後、細筆で、座金の中心の穴に水滴をつくる。この水滴がレンズの変わりであり、この水滴の厚さ（レンズの厚さに相当する）を変えることで倍率が変化する。レンズを使用したときに比べ、ピントが甘くなる点は、水滴の上部に光量調節のための装置（コダックフィルムケースの底の部分に1mmの孔をあけたものを円く切り取り図のようにはめこむ）をつけることで大部分補える。この顕微鏡の欠点は、鏡筒を動かすと水滴が動き、像がぶれる点である。この点については、ピント調節後は、鏡筒にふれなくても良いように、上方の偏光板を写真のように、鏡筒の下で出し入れできるようにするとよい。また、載物台を回転するとき、その動きが鏡筒に伝わらないように鏡脚と載物台を切り離すと良い。

水滴がレンズの役目をすることは、水滴を通して光を集束させることで理解できるが、それを通して物を観察することとなるとなかなか困難である。しかし、ここで作製した顕微鏡の対物部のレンズとして使用することにより、物を観察することができる。

水滴を通して物が拡大して見えることを、児童・生徒に体験させることは、科学の原点に立ち物事を考え、創造してゆくことが必要な理科教育において、一つの教材となりうる。

#### あとがき

偏光顕微鏡の作製についてのアンケート中、"この年齢になって、知らないことが多いので、どんなことでも教えて欲しい"48才、"実習を伴っており、博物館ならではの内容が大変気に入っている"40才。などの意見を聞き、学校教育で学ぶ機会を持つ児童・生徒以上に、そのような機会を持たない人達に対する、生涯教育の機関としての博物館を、さらに充実して行かねばと思う。

#### 参考文献

- 新井重三 1979 博物館学講座 8 雄山閣  
 國光正宏 1979 第10回東レ理科教育賞「受賞作品集」 27—32, 91—92

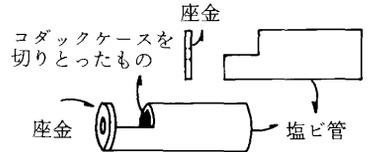


図3 レンズのつくり方



写12 水滴を用いた顕微鏡

### Summary

In view of the understanding of the structure and the origin of rocks, it is very important and necessary to observe the preparate through a polarization microscope.

In this paper, we are going to report how to make and use simplified polarization microscopes of our own making in our Museum Classroom.