

偏光顕微鏡を用いた主要造岩鉱物の同定観察を行うための予習用動画作成の試み

下 岡 順 直*

キーワード：造岩鉱物、同定、偏光顕微鏡、予習用動画

1. はじめに

高校や大学における地学（地球科学）分野の実習では、岩石の分類手段の基礎となる方法として、偏光顕微鏡を用いた岩石薄片の主要造岩鉱物の同定観察は必須であろう。高等学校の「地学」では「(2) 地球の活動と歴史」において、「ウ 地球の活動と歴史に関する探究活動」の中で、「ア 地球の活動」については、岩石や鉱物の偏光顕微鏡観察及び実験・・・(略)・・・などから探求させることが考えられる。」(文部科学省2009)とある。しかし、高等学校で地学を受講している大学生は少数派であり、大学に入ってから偏光顕微鏡を用いた岩石薄片の主要造岩鉱物の同定観察の実習を受ける学生が大半であろう。それにもかかわらず、偏光顕微鏡の取り扱いが煩雑な上、偏光顕微鏡下で見える造岩鉱物の特徴について説明文を見るもしくは説明を聴いて覚えるだけでは同定は極めて困難であり、顕微鏡観察を繰り返しながら同定する能力を習得することが必要である。この際、同定の上級者と一緒に繰り返し実習を行うことができれば、その都度顕微鏡下で見える鉱物について検鏡が可能であり、かつ詳しく説明を受けることもできる。しかし、繰り返し観察訓練をするのであれば、学生一人でも訓練実習を行える環境を整えることが望ましい。これまでも、偏光顕微鏡を用いた岩石薄片の主要造岩鉱物の同定観察に関する著書はいくつもあり（例えば、黒田・諏訪2010）、その中には顕微鏡下での鉱物の見え方についての詳細な説明やカラー写真による視覚的に確認しやすい入門書などもある（例えば、チームG 2014やhttp://domihiroshima-u.ac.jp/rf_minerals/index.htmlなど）。岐阜成徳学園大学川上研究室では、偏光顕微鏡で観察した岩石や造岩鉱物の薄片写真をホームページ上で公開している（http://www.hashotoku.ac.jp/~kawa/KYO/CHISITSU/dezital_henkoh/index.html）。この教材で特徴的なことは、薄片写真をカーソルで回転させて観察できることである。これに加えて、関連する用語集も備えている。環境システ

ム学科が編集した『環境のサイエンスを学ぼう—正しい実験・実習を行うために—』においても、「偏光顕微鏡の使用方法」(川野2016a)に始まり、「主要造岩鉱物の鑑定方法」(川野2016b)において詳しく説明が記述されており、口絵にはオープンニコルとクロスニコルにおける顕微鏡下での各造岩鉱物のカラー写真が添付されている。このため、学生は実習前、実習中、実習後と「環境のサイエンスを学ぼう—正しい実験・実習を行うために—」を片手に、口絵の写真と説明文を見比べながら一人で訓練実習を行うことも可能である。ただし、造岩鉱物の同定を行う際、直消光や斜消光などの消光角を確認するため、岩石薄片を載せた顕微鏡の回転ステージを回しながら観察しなければならない。このような動きの中で造岩鉱物の観察をする必要があり、静止画や説明の文章だけでは同定方法について伝わりにくいところがある。そこで、顕微鏡下で見える光の動きも加味した、造岩鉱物の同定方法を解説する動画を作成し、これまでの解説書とともに動画を見ながら同定の訓練実習を行うことを目的とした。

なお、立正大学では、2014年度に採択された文部科学省の「大学教育再生加速プログラム」の取り組みの中において、予習用動画を活用した反転授業の実施が試みられている（小松・松尾2018）。反転授業は、「従来の授業では学習者の主体性に大きく任されていた授業外学習の部分にも、対面授業同様、教員の意図を大きく反映させることが可能」（森2015）とあり、偏光顕微鏡を用いた岩石薄片の主要造岩鉱物の同定観察においても、学習者が予習の段階で造岩鉱物の同定法を、参考書を読んで頭の中で想像するだけでなく、動画による解説を用いて主体的かつ可視的に学ぶことができれば、実習時間を最大限活用しての顕微鏡観察を可能にし、同定訓練実習を充実できるだろう。

以上の観点から、偏光顕微鏡を用いた岩石薄片の主要造岩鉱物の同定を解説した動画を作成し、環境システム学科2年次の実験実習である「地圏環境学実習」で予習

* 立正大学地球環境科学部

用動画として採用した。本稿では、主要造岩鉱物の同定を解説した予習用動画の作成概要と、それを用いて実施した実験実習について報告する。

2. 予習用動画作成の概要

予習用動画の作成方法は、「業者委託」（松尾ほか2016）の形式で実施した。今回の動画作成では、実習の中で教授者が造岩鉱物の同定方法について解説した場面（図1 a）をそのまま動画と音声で記録し、それを編集する形を採用した（図1 b）。こうすることで、より実習の臨場感が予習の段階で学習者に伝わるのではないかと考えた。そして、はじめから「完璧なものを作ろうとしない」という先行導入事例（田丸2017）に則り、動画撮影のためだけに時間を割くことをしなかった。なお、偏光顕微鏡の使い方については、後日に予習用動画を作成した。この動画の撮影方法も「業者委託」を採用した

が、動画撮影は実習とは別に時間をとって行った。

まず、実習の進め方および実験室の機器について、撮影と映像編集を専門とする業者と数回にわたって打ち合わせを行った。今回記録する動画は、顕微鏡下での映像となるため、顕微鏡に装着したデジタルカメラにRGBケーブルを接続することで映像を記録した。予習用動画は、主要造岩鉱物である黒雲母、斜長石、カリ長石、石英、角閃石、単斜輝石、斜方輝石、カンラン石の8種類について動画を記録し、単斜輝石と斜方輝石は併せて1本として合計7本の動画を完成した。動画の編集は、業者に委託し、出来上がったデモ動画を校正した上で、納品した。動画校正の際に、鍵になる用語や説明には字幕をつけてもらった。また、教授者が言い間違えてしまった用語の読み方には、フリガナを振るなどの工夫をした（図2）。完成した動画は、それぞれ1分30秒～5分間程度と短めである。動画の公開は、富士ゼロックス社が立正大学に提供しているマルチメディア・コンテンツ・



図1 実習風景

- (a) 実験実習中に、教授者が造岩鉱物の同定方法について解説する場面
- (b) 教授者が造岩鉱物の同定方法について解説する場面を動画と音声で記録（写真右端）している場面
- (c) 学生個人で、主要造岩鉱物の顕微鏡観察を行っている場面

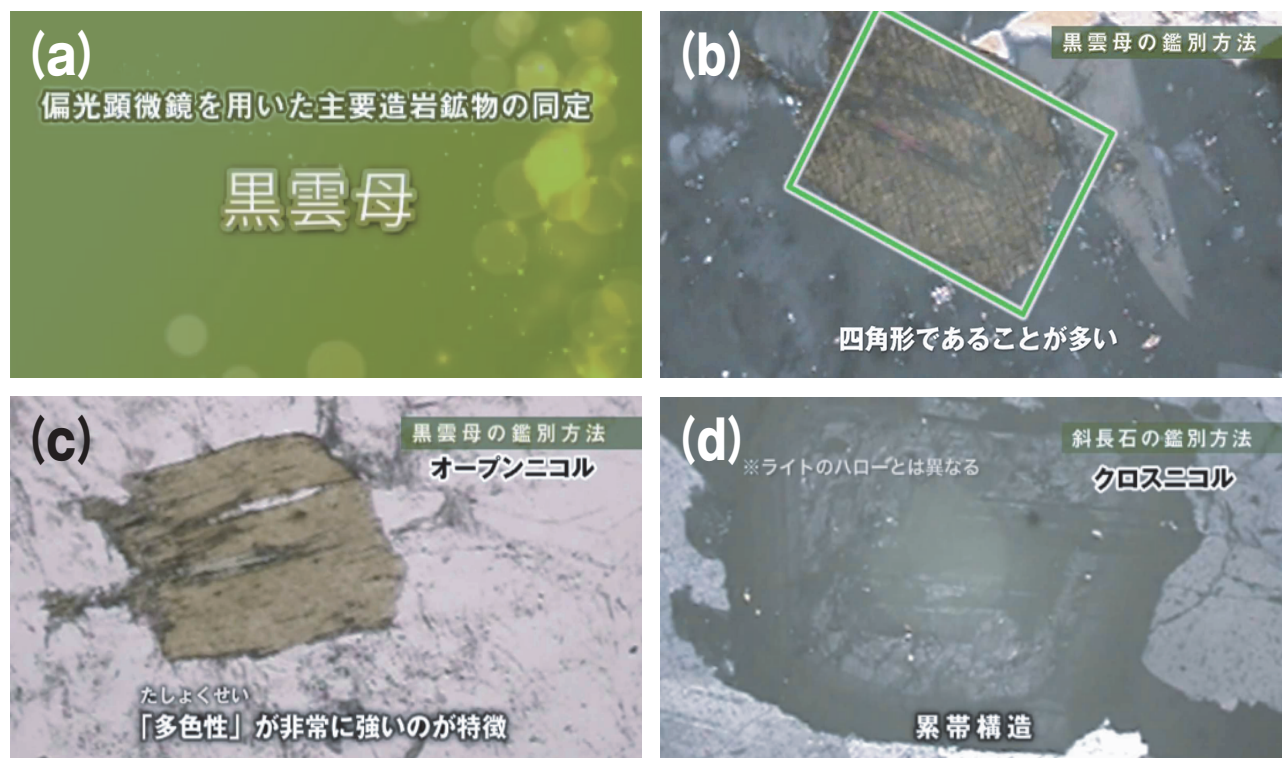


図2 偏光顕微鏡を用いた主要造岩鉱物同定の動画

- (a) 動画の表紙タイトル
 (b) 鍵になる用語や説明のためにつけた字幕①
 (c) 教授者が間違えた用語の読み方にフリガナを振った
 (d) 鍵になる用語や説明のためにつけた字幕②

マネジメント・システム「Media DEPO」(松尾ほか2016)にデータをおき、学生に「Media DEPO」へ接続させて視聴させるようにした。

3. 実験実習の概要

「地圏環境学実習」では、1回が180分間で15回実施の実習の内、2回にわたって偏光顕微鏡を用いた岩石薄片の主要造岩鉱物の同定観察に充てている。造岩鉱物の同定訓練を実習2回分だけでは正直時間は短い、「地圏環境学実習」という枠内で、まずはこういった同定観察に慣れてもらうことを第一の目的とした。

予習用動画は、実験実習初回の実習ガイダンスの時と、この2回分の実習が始まる直前の実習の際に、これら予習用動画を必ず視聴してくるよう受講学生には伝えた。「Media DEPO」では受講学生名簿が登録されており、誰がいつ視聴したのかは「Media DEPO」で確認できる。予習用動画を採用した2017年度および2018年度において、出席した受講者についてはほぼ視聴してこなかった学生はいなかったが、もしそういう学生がいた場合は、先に視聴させてから実習に入らせることを想定している。

表1 偏光顕微鏡を用いた主要造岩鉱物の同定観察を行うための「地圏環境学実習」2回分の実習案

	経過時間	実習内容
1回目 (180分)	30分	偏光顕微鏡の使い方
	60分	造岩鉱物の見方の説明
	90分	学生個人で顕微鏡観察
2回目 (180分)	180分	造岩鉱物の観察とスケッチ
		火成岩の薄片試料の観察とスケッチ

※予習用動画は1回目の前に視聴してもらった

2回分の実習案を表1に示す。1回目においては、学生は予習用動画を視聴してきているが、改めて偏光顕微鏡の使い方から始まり、岩石薄片をセットした顕微鏡を覗きながら、主要造岩鉱物の同定方法についての解説を行った。その後、学生個人で主要造岩鉱物の顕微鏡観察を行い(図1c)、主要造岩鉱物の見極めがある程度できるところまで習得させた。2回目には、岩石薄片を観察し、岩石を構成する造岩鉱物を同定しつつ、顕微鏡観察したものをスケッチすることで造岩鉱物の特徴を理解してもらうことを行った。実習では班構成しており、個人で顕微鏡観察しながらも、同定が不明な場合の相談や、同定の確認などについては学生同士で話し合いをさせな

がら実習を行わせた。

なお、実習中はタブレット端末も使用し、学生が動画を見ながら顕微鏡観察ができることを目指した。

4. 受講学生からのコメントと課題

予習用動画を実験実習に組み込んで取り組んだ2017年度および2018年度の実習では、顕微鏡で観察する時間がそれまでの実験実習よりもほぼ倍になるなど顕微鏡観察を行う時間をより長く確保することができた。

受講学生には、実験レポート提出の際に予習用動画の使い勝手について自由にコメントを書くようお願いした。学生からは、いくつか示唆に富むコメントが得られた。以下、9つのコメント（原文ママ）について羅列する。

- ① 今回反転授業の一環として、実習前に主要造岩鉱物の判別方法や偏光顕微鏡の扱いについて動画や教科書をみて予習したが、事前に鉱物の特徴を大まかにつかめたので理解しやすかった。ただ、動画予習である鉱物の識別法の途中で自形と他形の説明が入ったところは、別々に説明を入れたほうがわかりやすいのではと思った。
- ② ビデオでの予習はとても良かったと思う。授業時間内でより理解が深められるため、これからもやったほうが良いと思う。ビデオで予習している分、講義重視よりも偏光顕微鏡を使つての実践練習をした方がよいのではないかと感じた。
- ③ かんらん石の動画にて「最後になりますが」とありましたので、動画に順番があるのならば順番をつけるべきだと思いました。順番があれば説明の二度手間がなくなり、さらにわかりやすくなると思います。
- ④ 黒雲母の動画にて、解説では「たしき」ですが、文章のフリガナが「たしよく」になっていました。
- ⑤ 説明が細かくされていて理解しやすかった。あとは映像の中に違う種類の鉱物も混ざってたかもしれないので、どれが何かも表記してほしい。
- ⑥ 各ビデオともに、再生時間が2分ほどと短くなっていたことは非常に見やすくてよかった。短い時間のなかでも、鉱物の特徴がわかりやすく説明されていた点も良かった。最終的に確認テストのようなものがあれば、より知識が身につくのではないかと思った。
- ⑦ ビデオは長さがちょうどよく感じました。内容も不満はありません。改善点かはわかりませんが、しい

て言えば今回のビデオは当たり障りのない普通の資料といったように感じられました。

⑧ 字幕があるとわかりやすかった。

⑨ わかりやすく、重要な部分は記憶に残りやすかった。

①～⑨のコメントから、学生からの評価は全体的に概ね好評ではあるが、いくつか動画の問題点も挙げられた。①では、「自形」・「他形」などの説明が欲しいとある。顕微鏡下での造岩鉱物の状態について、導入部分の用語説明が予習用動画には入っていない。これらは、別途予習用動画を作成するか、1回目のはじめに説明を加えておく必要がある。③では、「最後になりますが・・・」という動画内の発言に戸惑った、とあった。これは、授業中の説明を記録して動画を製作したために生じたことである。④についても、動画中の字幕に出てくるフリガナの方が正しいということを説明しておけばよい。これらについては、2回分の実習が始まる直前の実習の際に、説明しておけば混乱を防げる問題だろう。⑤は技術的な話であり、各動画中で観察できるすべての造岩鉱物を識別しておけばよい。ただし、今回作成した動画は「業者委託」であり、容易に動画の修正を行うことができない。これは、「業者委託」形式による動画作成の短所であると感じた。⑥のコメントは、筆者にとって少し意外であったが、確かに動画の中に確認テストを作成しておけば、学生がより主体的に学ぶことができると感じた。今後、追加の動画作成も検討していきたい。

5. まとめ

「大学教育再生加速プログラム」の取り組みの一部として、偏光顕微鏡の使い方および偏光顕微鏡を用いた岩石薄片の主要造岩鉱物の同定観察方法を解説した予習用動画を作成し、それを実験実習科目である「地圏環境学実習」に活用した。このような実験実習はまだ始めたばかりであるが、受講学生からのコメントを確認すると、ある程度の成果が上がっている一方、動画の内容や公開の方法についての課題も整理することができた。今後も動画の改良や改善を行いつつ、同様の実験実習を継続して実施していきたい。さらに、予習用動画による学習者自身のノートテイク方法（田丸2017）や、予習用動画によって得られた学生の理解到達度についても探していきたい。

今回作成した動画は予習用動画であるが、実験実習中も使用でき、さらに復習などにも活用できる。こういっ

た観点から、岩石薄片や偏光顕微鏡とともに予習用動画を授業現場への貸出セットとして高等学校への提供もできるだろう。そのときに、ループリックによる課題の評価ができるシートなどの作成も、反転授業を含めたアクティブ・ラーニングを行っていく上での課題の一つである。これを契機に、学習者がより主体的に学ぶことができるように内容の改良や工夫を凝らしていき、教材としてより洗練されたものにしていきたいと考える。

謝辞

動画作成にあたっては、一般財団法人電力中央研究所の清水隆一博士にご尽力いただいた。動画撮影では、有限会社アクトプランニングの吉永篤史氏の協力を得た。動画内容の検証確認では、地球環境科学部環境システム学科の川野良信教授と気象庁気象防災部の大石雅之博士から改善点などについてご指導を賜った。予習用動画の使用状況確認には、2017年度および2018年度地圏環境学実習受講学生および立正大学大学院の相澤穂高氏の協力を得た。英語タイトルは、鈴木パーカー明日香博士に校閲していただいた。査読者からは有益なコメントをいただき、本文を改善することができた。ここに記して感謝申し上げます。

なお、動画作成には、文部科学省の大学教育再生加速プログラム（AP）補助金の一部を使用した。

参考文献

川野良信（2016a）偏光顕微鏡の使用法（１）・（２）．立正大学地球環境科学部環境システム学科編著『環境のサイエ

ンスを学ぼう—正しい実験・実習を行うために—』丸善プラネット, 108-111.

川野良信（2016b）主要造岩鉱物の鑑定方法. 立正大学地球環境科学部環境システム学科編著『環境のサイエンスを学ぼう—正しい実験・実習を行うために—』丸善プラネット, 112-113.

小松陽介・松尾忠直（2018）立正大学地球環境科学部におけるアクティブ・ラーニングの導入と教育改革の進展. 地球環境研究, 20, 43-55.

黒田吉益・諏訪兼位（2010）『偏光顕微鏡と岩石鉱物』第2版 共立出版株式会社. 343p.

松尾忠直・横山貴史・大石雅之（2016）実習科目における予習用動画の導入：「基礎地図学および実習」の事例. 地球環境研究, 18, 147-153.

文部科学省（2009）『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』．実教出版株式会社, 東京108-111.

森 朋子（2015）反転授業—知識理解と連動したアクティブラーニングのための授業枠組み—, 松下佳代編著『ディープ・アクティブラーニング』勁草書房, 52-53.

田丸恵理子（2017）工学部系科目における反転授業の導入—段階的な深化で定着をめざす．森 朋子・溝上慎一編著『アクティブラーニング型授業としての反転授業 実践編』ナカニシヤ出版, 15-28.

チームG（2014）『薄片でよく分かる岩石図鑑』誠文堂新光社. 220p.

引用Webサイト

http://domi.hiroshima-u.ac.jp/rf_minerals/index.html（2018年12月1日閲覧）

http://www.ha.shotoku.ac.jp/~kawa/KYO/CHISITSU/dezital_henkoh/index.html（2018年12月1日閲覧）

Challenges in producing self-learning preparatory videos for identification of rock-forming mineral using polarization microscope

SHITAOKA Yorinao*

* Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

Key words: rock-forming mineral, identification, polarization microscope, self-learning preparatory video

