

# 平成15年度日産理科教育助成 成果報告書

北海道教育大学釧路校

三崎 隆

## 1 テーマ

### 顕微鏡下に広がる世界

The observation using the microscopes in the elementary school and the junior high school

## 2 教育的意義

自然を対象とした探究には野外フィールドでの調査が欠かせない。生物・地学領域は野外での調査が探究活動の基礎となるからである。地層を対象とした場合も例外ではない。地層の場合、各露頭の中にある過去の地殻変動や古生物活動の証拠を見逃すことなく観察していくことが地史や造構運動、古環境の解明の重要なポイントとなるからである。重要な課題となるからである。小林(1982)は、野外で岩石や地層の産状を実際に観察して獲得していくことに大きな意義があると述べている。

野外で地層を解明していく作業を進めるためには、空間的な広がりを知ることができるマクロな見方と、同時に各地層を構成する岩石や鉱物を認知できるミクロな見方が求められる。それだけに、初等・中等教育から児童・生徒に対して、地層観察における観察力を適切に、かつ十分に育成しなければならない。そのためには、空間概念形成に資する空間的な広がりを知ることができるマクロな視点を育てるとともに、岩石同定に不可欠な微細構造等を詳細に観察できるミクロな視点を兼ね備えた観察能力を養成することが必要不可欠なのである。したがって、初等・中等教育において、より多角的な視点から、より詳細に観察できる観察能力を育成する学習指導を継続的、系統的に行うことが、今日、求められている。

しかし、地層を観察する観察力は思うように児童・生徒に育っていない現状がある。

石川・栗田(1983)は、小学校4年生～中学3年生を対象に、傾斜砂岩泥岩互層ならびに関東ローム層の観察実態を調べている。中学3年生の砂岩泥岩互層は、平均指摘数が4.0であり、地層の色、層理、岩石の固さ、化石の順で指摘が多い。同様に、関東ローム層では平均指摘数が4.6であり、崖表面の植物(草木、コケ等)、岩石の固さ、層理だけの記述、地層の色、しめりけの指摘に終わっている。渡辺(1986)は、戸北(1988)の指摘する着目傾向の視点から、小学校6年生は、着目傾向が感覚的で浅く、細部への着目や数量的に着目する傾向にないと報告している。

ミクロな観察能力については、三崎(1998)が、顕微鏡観察における着目傾向を調査している。花崗岩と閃緑岩の薄片を中学生に観察させた結果、顕微鏡下の鉱物の特徴に着目する傾向のある生徒と、顕微鏡の視野全体に見られる特徴に着目する傾向のある生徒が存在することが明らかにされている。

このような実態に基づいた地層観察における観察力の指導のあり方については、多くの指摘がなされている。

文部省(1984, 1989)は、地層を観察する際の基礎的、基本的な観察事項として、地層観察の際に必要な観察事項を29項目挙げている。文部省(1998)は野外観察の記録を基に、地層をつくる岩石等を手掛かりに、過去の環境と年代を推定することを述べている。下野(1999a, 1999b)は、内発的動機付けや、体験的な観察及び総合的な観察の視点が重要であると指摘している。三崎(1990)は、「単純な観察」、「定性的・定量的観察」、「同定・分類の観察」の3つの観察のカテゴリーを設定し、着目されにくい視点からの観察を促す指導を加えることが重要であることを実証している。三崎(1991)は、着目傾向の特徴を生かし、典型的な地層の写真を活用した事前指導と事後指導を

取り入れることによって、生徒の観察力を育成する指導を行っている。

ここまで述べてきたように、地層を対象とする児童・生徒の観察力の実態調査及びその育成に関する指導法の実践研究は見られるが、岩石・鉱物に焦点付けた観察力に関する指導法の実践研究は少ない。三崎ら（2004）は、中学校の必修理科に、偏光装置付拡大鏡を教台導入して臨床的に試行した結果、興味や意欲を高めるための一助にできる可能性があることを示した。

今後、偏光顕微鏡が初等・中等教育に導入されることによって、児童・生徒の地学領域に関する興味・関心をより一層高め、意欲的な学習を促すことができ、自然の事物・現象の積極的な解明に資するような観察能力の育成を図っていくことが期待される。

### 【文献】

- 石川 正, 栗田一良, 1983: 地層の観察能力に関する一考察, 理科教育学会研究紀要, 23(3), 9-19.
- 小林 学, 1982: 「地表の変化」の教材の意義とその構造, 理科の教育, 358, 369-373.
- 三崎 隆, 1990: 認知型による地層観察能力の研究—地層を対象とした観察能力の指導法の実証的検討—, 理科教育研究誌, 2, 47-58.
- 三崎 隆, 1991: 場独立型—場依存型を生かした指導法の研究—地層を対象とした観察能力の育成を例に—, 教育実践研究, 1, 61-66.
- 三崎 隆, 1998: 顕微鏡観察における場独立型—場依存型の認知型の影響. 地学教育, 254, 117-121.
- 三崎 隆, 青木 悟, 森下智之, 2004: 中学校における岩石観察力の指導法に関する実践研究—必修理科への偏光装置付拡大鏡の導入を事例に—, 北海道教育大学附属教育実践総合センター紀要, 5, 23-28.
- 文部省, 1984: 中学校理科指導資料集「観察・実験の技能を重視した理科指導」, 全数図, 173-178.
- 文部省, 1989: 中学校指導書理科編. 学校図書
- 文部省, 1998: 中学校学習指導要領. 大蔵省印刷局
- 下野 洋, 1999a: 新教育課程における地学教育の課題, 地学教育, 52(4), 149-159.
- 下野 洋, 1999b: 児童・生徒の理科に対する意識を高揚させるための手だてを提言する, 理科の教育, 567, 700-703.
- 戸北凱惟, 1988: 理科教育研究の視点と方法, 東洋館出版社, 195-198.
- 渡辺吉和, 1986: 地層に関する子供の着目傾向についての研究, 上越教育大学昭和 60 年度修士論文.

### 3 研究経過

- 平成15年10月～12月 研究の具体化に向けた構想
- 平成16年 1月～ 3月 授業用資料・実験用材料の収集, 図版調査
- 平成16年 4月～ 7月 偏光顕微鏡・生物顕微鏡観察による実験課題の検討  
偏光顕微鏡による授業実践  
7月6日(火) 本学附属釧路中学校2年C組  
7月7日(水) 本学附属釧路小学校6年1組
- 平成16年 8月～ 9月 実践授業の成果と課題の検討

## 4 教育実践

### (1) 教材

#### ①偏光装置付拡大鏡

本教育実践では、その導入効果が認められている偏光装置付拡大鏡を採用した。三崎ら（2004）は、導入の利点として次の点を挙げている。生徒が容易に観察、実験に使用することができ；かつ、偏光機能が備わっていて、その操作が初心者でも容易に可能となる機器として優先的に考える価値がある。

本教育実践で使用した偏光装置付拡大鏡は、40φ×85mmの筒状で、生徒が自由に持ちながら観察することができる利用しやすい持ち運びできる携帯用である（図1）。直視式タイプで、片手で光を入れながら観察する。ステージは固定されている。偏光板（アナライザー）を回転させて、複屈折による干渉色が観察できる。中学生にとって、準備から観察・実験まで短時間で、安全、操作も簡単な点が、利用しやすい利点である。



図1 偏光装置付拡大鏡を使用している観察・実験場面（2004/7/6 授業実践から）

#### ②電子顕微鏡写真

桜島安山岩中の斜長石の電子顕微鏡写真（図2）を使用した。電子顕微鏡写真は、上越教育大学地学教室の大場孝信助教授撮影のSEM写真を使用した。

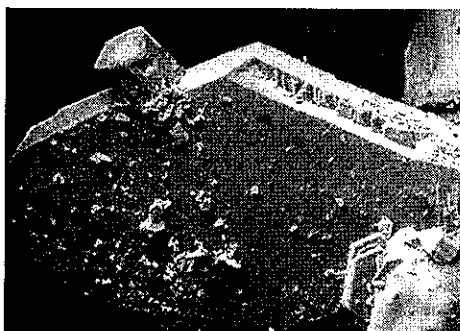


図2 使用した電子顕微鏡写真（大場孝信助教授撮影）

### (2) 小学校教育

① 日時 平成16年7月7日（水）第3校時（10時55分～11時40分）

② 会場 北海道教育大学附属釧路小学校理科室

③ 単元名 「石の秘密を探ろう」

④ ねらい

- ・顕微鏡下の造岩鉱物や組織構造に興味・関心をもつことができる。（関心・意欲・態度）
- ・観察、実験を通して、造岩鉱物等の特徴から、各岩石の共通性や相違性について考えることが

できる。(科学的な思考)

- ・偏光装置付拡大鏡を操作して観察し、探究したことを表現することができる。(技能・表現)
- ・偏光装置付拡大鏡の操作、並びに造岩鉱物について理解することができる。(知識・理解)

#### ⑤ 指導方針

地学分野は自然科学の根幹をなす分野の一つであり、学習者一人一人の自然の事物・現象に対する空間概念をはじめとした概念形成には欠かせない分野の一つである。特に、北海道の未来を担う児童・生徒の科学的な見方や考え方を育成するためには、道内の特徴的な地学分野の事物・現象を主体的に探究する意欲や態度が必要となる。そのためには、探究の重要なステップである観察における児童・生徒の観察力の向上が不可欠と言える。また、高等教育においては、進路選択を希望する生徒にのみ地学分野の指導が行われるカリキュラムとなっていることを考えると、初等教育の段階から地学分野における観察力の育成を意図した指導を行っていくことが大切であると考えられる。

そこで、本單元では、岩石薄片を中心とした偏光顕微鏡観察によって学習者の観察力を育てることを意図し、使用機器の操作の理解を図りながら、岩石・鉱物への興味・関心をより一層高め、自然事象に関する理解を図るとともに、科学的な見方や考え方を養うことをねらっている。

#### ⑥ 学習者の一般的実態

三崎(1998)は、中学3年生を対象にして、深成岩(花崗岩と閃緑岩)の薄片を偏光顕微鏡観察で観察させ、観察の実態を調査している。それによると、顕微鏡観察のような視野が限定される場合においても、場独立型の認知型の生徒は顕微鏡下の鉱物の特徴に着目する傾向があり、場依存型の認知型の生徒は顕微鏡の視野全体に見られる特徴に着目する傾向が認められることが報告されている。また、三崎ら(2004)は、中学校必修理科の第1学年単元「大地のつくりとその変化」の岩石の観察、実験において偏光顕微鏡付き拡大鏡を活用するカリキュラムを臨床的に試行している。それによると、生徒は機器を支障なく使用できること、及び興味・関心及び意欲を持って学習を進める実態が報告されている。小学生に対する偏光顕微鏡観察に関する実態調査は報告されていない。

#### ⑦ 指導の手立て

本單元では、具体的に次の2点に重点をおいて指導する。

第一に、偏光装置付拡大鏡活用による岩石薄片の観察である。学習者の岩石・鉱物に対する興味・関心をより一層高め、理解を図るためには、偏光顕微鏡を使った造岩鉱物の偏光等の特徴の観察が必要と考える。偏光装置付拡大鏡は、偏光装置を備えていて、小学生が容易に、かつ安全に使用できる機器として有効であると考えられる。そこで、本單元では1人1台の偏光装置付拡大鏡を使用して、火成岩を中心として、堆積岩や変成岩の顕微鏡観察を試みることにした。

第二に、電子顕微鏡写真の活用である。近年、電子顕微鏡の映像が教科書をはじめ資料集等に掲載されるようになり、目ざとみにすることのできない微細な組織や構造等について興味深く観察することができる環境が整備されてきている。しかし、岩石・鉱物に関する電子顕微鏡写真に触れる機会は少ないのが実情である。今後、岩石・鉱物の電子顕微鏡写真を授業等で有効に教育利用することによって、小学生が岩石・鉱物への興味・関心をより一層高めて探究することが期待される。そこで、本單元では、小学生の興味・関心を喚起できるよう、岩石・鉱物の電子顕微鏡写真を導入で使用することとした。

#### ⑧ 指導計画及び評価計画

		関心・意欲・態度	科学的な思考	技能・表現	知識・理解
--	--	----------	--------	-------	-------

第1次	石の中身を調べよう (本時)	花崗岩を構成する鉱物や組織について興味を持つ。(行動観察, 学習プリント)	花崗岩が何からできているかについて, 顕微鏡下の特徴から考えることができる。(行動観察, 学習プリント)	偏光装置付き拡大鏡を操作できる。(行動観察) 調べた顕微鏡下の花崗岩の特徴を表現することができる。(発表, 学習プリント)	岩石が鉱物から構成されていることを理解できる。(発表, 学習プリント)
	石をつくっている粒を調べよう	いろいろな造岩鉱物に興味を持ち, 他の岩石について関心を寄せる。(行動観察, 学習プリント)	造岩鉱物について考えることができる。(行動観察, 学習プリント)	いろいろな造岩鉱物について表現することができる。(発表, 学習プリント)	いろいろな造岩鉱物について理解できる。(発表, 学習プリント)
第2次	いろいろな石をしらべよう (1)	安山岩・はんれい岩との違いについて興味を持つ。(行動観察, 学習プリント)	安山岩・はんれい岩との違いについて岩石を比較しながら考えることができる。(行動観察, 学習プリント)	安山岩・はんれい岩との違いについて表現することができる。(発表, 学習プリント)	安山岩・はんれい岩との違いを理解することができる。(学習プリント)
	いろいろな石をしらべよう (2)	砂岩・泥岩の組織や構造について興味を持つ。(行動観察, 学習プリント)	顕微鏡下の砂岩・泥岩の特徴について考えることができる。(行動観察, 学習プリント)	探究した顕微鏡下の砂岩・泥岩の特徴を表現することができる。(発表, 学習プリント)	偏光装置付き拡大鏡下の砂岩・泥岩の特徴を理解できる。(発表, 学習プリント)
	いろいろな石のつくりの違いをしらべよう	顕微鏡下における火成岩・堆積岩の違いに興味を持つ。(行動観察, 学習プリント)	火成岩・堆積岩の違いを顕微鏡下の特徴から考えることができる。(行動観察, 学習プリント)	調べた火成岩・堆積岩の違いを表現することができる。(発表, 学習プリント)	顕微鏡下における火成岩・堆積岩の違いを理解できる。(発表, 学習プリント)

⑨ 本時の指導

(a) ねらい

- ・花崗岩の薄片について, 興味・関心をもって偏光装置付拡大鏡で観察し, 岩石が鉱物から構成されていることを調べることができる。(関心・意欲・態度) (技能・表現)

(b) 指導の構想

本時の指導のポイントは、偏光装置付拡大鏡を使用して、花崗岩の顕微鏡下における造岩鉱物の特徴について、児童が自ら調べ、学習プリントにまとめていく探究活動である。本單元における岩石薄片の偏光顕微鏡観察は、児童にとっては経験のない未知な活動であるだけに、探究活動での発見や疑問を回りの生徒と相互に共有化し合うことによって、理解を図ることができるよう工夫することとする。

(c) 本時の展開

分	学習活動	留意点, 評価(※)
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電子顕微鏡写真を観察し、岩石・鉱物への関心を高める。</li> <li>・本時の課題を把握し、岩石・鉱物への意欲を高めるとともに、石の中身がどのようなになっているかを予想する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一人1台ずつ偏光装置付拡大鏡を配布する。</li> <li>・一人1枚ずつ花崗岩の薄片を配布する。</li> <li>・偏光装置付拡大鏡の使用方法について説明し、安全な使用に心掛けることができるよう促す。</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>・偏光装置付拡大鏡の操作法を学習し、安全な取扱いについて理解する。</li> </ul>	
15	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">石の中身を調べよう</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・黒雲母花崗岩の薄片を観察し、岩石の組織構造や造岩鉱物の特徴を調べる。</li> <li>・疑問な点や発見した点等について、周りの児童と情報交換して共有化を図りながら学習を進める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※偏光装置付き拡大鏡を操作できる。(行動観察)</li> <li>※花崗岩を構成する鉱物や組織について興味を持つ。(行動観察, ビデオ録画による行動分析, ATR 録音による発話分析)</li> <li>※花崗岩が何からできているかについて、顕微鏡下の特徴から考えることができる。(行動観察, ビデオ録画による行動分析, 学習プリント)</li> <li>・見付けたことや分からないこと等に関する情報を周りの児童と共有化できるよう支援する。</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>・調べた結果を発表する。 (予想される反応; 三崎ら(2004)から)</li> <li>・色や形, 大きさが岩石の種類や組織によって大きく違う。</li> <li>・斑状組織と等粒状組織の差にびっくりしました。</li> <li>・斑状組織, 等粒状組織を見て, すごくきれいだと思います。</li> <li>・光に当ててみたとき, 方向によって光り方が違ってすごいと思いました。</li> <li>・結晶の光り方がとてもきれいでした。</li> <li>・顕微鏡下における火成岩の特徴についてまとめ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒間で会話される有益なローカル発話にも着目し, 全体での共有化を図ることができるよう支援する。</li> <li>※調べた顕微鏡下の花崗岩の特徴を表現することができる。(発表, 学習プリント)</li> <li>※岩石が鉱物から構成されていることを理解できる。(発表, 学習プリント)</li> </ul>

	る。	<p>石は粒からできている。その粒を鉱物という。 岩石を造っている鉱物には幾つかの種類がある。(石英・長石・黒雲母)</p>
8	・今日の授業の振り返りを行う。 ・速やかに後片づけを行う。	

(d) 授業の実際



図3 導入の様子



図4 観察・実験の実際

(3) 中学校教育

① 日時 平成16年7月6日(火) 第4校時(12時00分～12時50分)

② 会場 北海道教育大学附属釧路中学校理科室

③ 単元名 「岩石博士になろう」

④ ねらい

- ・顕微鏡下の鉱物に興味・関心をもつことができる。(関心・意欲・態度)
- ・観察、実験を通して、造岩鉱物等の特徴から、各岩石の共通性や相違性について考えることができる。(科学的な思考)
- ・偏光装置付き拡大鏡を適切に操作して観察し、探究したことを表現することができる。(技能・表現)
- ・偏光装置付き拡大鏡の正しい操作、並びに岩石の顕微鏡下の特徴について理解することができる。(知識・理解)

⑤ 指導方針

地学分野は自然科学の根幹をなす分野の一つであり、学習者一人一人の自然の事物・現象に対する空間概念をはじめとした概念形成には欠かせない分野の一つである。特に、北海道の未来を担う児童・生徒の科学的な見方や考え方を育成するためには、道内の特徴的な地学分野の事物・現象を主体的に探究する意欲や態度が必要となる。そのためには、探究の重要なステップである観察における児童・生徒の観察力の向上が不可欠と言える。また、高等教育においては、進路選択を希望する生徒にのみ地学分野の指導が行われるカリキュラムであり、中等教育において地学分野における観察力の育成を意図した指導を十分行う必要性が増している。

そこで、本単元では、一通り岩石・鉱物の学習を終えた中学2年生を対象として、岩石薄片を中心とした偏光顕微鏡観察によって学習者の観察力を育てることを意図し、使用機器の操作の理解を図りながら、岩石・鉱物への興味・関心をより一層高め、自然事象に関する理解をより一層深めるとともに、科学的な見方や考え方を養うことをねらっている。



⑥ 学習者の一般的実態

三崎（1998）は、中学3年生を対象にして、深成岩（花崗岩と閃緑岩）の薄片を偏光顕微鏡観察で観察させ、観察の実態を調査している。それによると、顕微鏡観察のような視野が限定される場合においても、場独立型の認知型の生徒は顕微鏡下の鉱物の特徴に着目する傾向があり、場依存型の認知型の生徒は顕微鏡の視野全体に見られる特徴に着目する傾向が認められることが報告されている。

また、三崎ら（2004）は、中学校必修理科の第1学年単元「大地のつくりとその変化」の岩石の観察、実験において偏光顕微鏡付き拡大鏡を活用するカリキュラムを臨病的に試行している。それによると、生徒は機器を支障なく使用できること、及び興味・関心及び意欲を持って学習を進める実態が報告されている。

⑦ 指導の手立て

本単元では、具体的に次の2点に重点をおいて指導する。

第一に、偏光装置付拡大鏡活用による岩石薄片の観察である。学習者の岩石・鉱物に対する興味・関心を高め、より一層の理解を深めるためには、偏光顕微鏡を使った造岩鉱物の偏光等の特徴及び組織構造の観察が必要と考える。しかし、通常、公立中学校の理科室には偏光顕微鏡は整備されていないのが実情である。偏光装置付拡大鏡は偏光装置を備えていて、中学生が容易に、かつ安全に使用できる機器として有効であると考えられる。そこで、本単元では1人1台の偏光装置付拡大鏡を使用して、火成岩、堆積岩、変成岩の顕微鏡観察を実施することとした。

第二に、電子顕微鏡写真の活用である。近年、電子顕微鏡の映像が教科書をはじめ資料集等に掲載されるようになり、日ごろ目にすることのできない微細な組織や構造等について興味深く観察することができる環境が整備されてきている。しかし、岩石・鉱物に関する電子顕微鏡写真に触れる機会は少ないのが実情である。今後、岩石・鉱物の電子顕微鏡写真を授業等で有効に教育利用することによって、中学生が岩石・鉱物への興味・関心をより一層高めて探究することが期待される。そこで、本単元では、中学生の興味・関心を喚起できるよう、岩石・鉱物の電子顕微鏡写真を導入で使用する事とした。

⑧ 指導計画及び評価計画

		関心・意欲・態度	科学的な思考	技能・表現	知識・理解
第1次	顕微鏡下の火成岩の特徴を調べよう（本時）	火成岩の組織や構造について興味を持つ。（行動観察，学習プリント）	花崗岩と安山岩の顕微鏡下の特徴について考えることができる。（行動観察，学習プリント）	偏光装置付き拡大鏡を正しく操作できる。（行動観察） 探究した顕微鏡下の火成岩の特徴を表現することができる。（発表，学習プリント）	偏光装置付き拡大鏡下の各火成岩の特徴を理解できる。（発表，学習プリント）
	色の違いはなぜだろう	色の違いの特徴について興味を持つ。（行動観察，学習	色の違いの特徴について岩石を比較しながら考	色の違いの特徴について表現することができる。	色の違いの特徴を理解することができる。

		プリント)	えることができ る。 (行動観察, 学 習プリント)	(発表, 学習プ リント)	(学習プリント)
第 2 次	顕微鏡下の堆積岩 の特徴をしらべよ う	堆積岩の組織や構 造について興味を 持つ。(行動観察, 学習プリント)	顕微鏡下の堆積 岩の特徴につい て考えることが できる。 (行動観察, 学 習プリント)	探究した顕微鏡 下の堆積岩の特 徴を表現するこ とができる。 (発表, 学習プ リント)	偏光装置付き拡 大鏡下の各堆積 岩の特徴を理解 できる。 (発表, 学習プ リント)
	火成岩との違いは なぜだろう	顕微鏡下における 堆積岩と火成岩の 違いに興味を持つ。 (行動観察, 学習 プリント)	火成岩との違い を顕微鏡下の特 徴から考えるこ とができる。 (行動観察, 学 習プリント)	探究した火成岩 との違いを表現 することができる。 (発表, 学習プ リント)	顕微鏡下におけ る堆積岩と火成 岩との違いを理 解できる。 (発表, 学習プ リント)
第 3 次	顕微鏡下の変成岩 の特徴をしらべよ う	変成岩の組織や構 造について興味を 持つ。(行動観察, 学習プリント)	顕微鏡下の変成 岩の特徴につい て考えることが できる。 (行動観察, 学 習プリント)	探究した顕微鏡 下の変成岩の特 徴を表現するこ とができる。 (発表, 学習プ リント)	偏光装置付き拡 大鏡下の各変成 岩の特徴を理解 できる。 (発表, 学習プ リント)
	火成岩や堆積岩と の違いはなぜだろ う	顕微鏡下における 変成岩と堆積岩・ 火成岩の違いに興 味を持つ。 (行動観察, 学習 プリント)	火成岩や堆積岩 との違いを顕微 鏡下の特徴から 考えることがで きる。 (行動観察, 学 習プリント)	探究した火成岩 や堆積岩との違 いを表現するこ とができる。 (発表, 学習プ リント)	顕微鏡下におけ る変成岩と堆積 岩・火成岩との 違いを理解でき る。 (発表, 学習プ リント)

⑨ 本時の指導

(a) ねらい

- ・花崗岩及び安山岩の薄片について、興味・関心をもって偏光装置付拡大鏡で観察し、それぞれの岩石の特徴について調べることができる。(関心・意欲・態度)(科学的な思考)(技能・表現)

(b) 指導の構想

本時の指導のポイントは、偏光装置付拡大鏡を使用して、花崗岩と安山岩との顕微鏡下における組織構造の相違性並びに各鉱物の変更等の特徴について、生徒が自ら探究し、学習プリントにまとめていく探究活動である。本單元における岩石薄片の偏光顕微鏡観察は、生徒にとっては経験のない未知な活動であるだけに、探究活動での発見や疑問を回りの生徒と相互に共有化し合うことによって、より一層の理解を促すことができるよう工夫することとする。

## (c) 本時の展開

分	学習活動	留意点, 評価(※)
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>電子顕微鏡写真を通して, 本時の活動への関心を高める。</li> <li>本時の課題を把握し, 岩石・鉱物への意欲を高めるとともに, 岩石の組織構造や造岩鉱物について予想する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一人1台ずつ偏光装置付拡大鏡を配布する。</li> <li>一人1枚ずつ安山岩と花崗岩の薄片を配布する。</li> <li>偏光装置付拡大鏡の使用方法について説明し, 安全な使用に心掛けることができるよう促す。</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>偏光装置付拡大鏡の操作法を学習し, 安全な取り扱いについて理解する。</li> </ul>	
25	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">顕微鏡下の火成岩の特徴を調べよう</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>黒雲母花崗岩, 輝石安山岩の薄片を観察し, 両者の造岩鉱物及び組織構造を探究する。</li> <li>観察結果から, 鉱物同定ができるよう考える。</li> <li>疑問な点や発見した点等について, 周りの生徒と情報交換して共有化を図りながら学習を進める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※偏光装置付き拡大鏡を正しく操作できる。(行動観察)</li> <li>※興味・関心をもって調べようとする。(行動観察, ビデオ録画による行動分析, ATR録音による発話分析)</li> <li>※顕微鏡下における花崗岩と安山岩の特徴について考えることができる。(行動観察, ビデオ録画による行動分析, 学習プリント)</li> <li>・発見事実や疑問点等に関する情報を周りの生徒と共有化できるよう支援する。</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>調べた結果を発表する。 (予想される反応; 三崎ら(2004)から)</li> <li>色や形, 大きさが岩石の種類や組織によって大きく違う。</li> <li>斑状組織と等粒状組織の差にびっくりしました。</li> <li>斑状組織, 等粒状組織を見て, すごくきれいだと思います。</li> <li>光に当ててみたとき, 方向によって光り方が違ってすごいと思いました。</li> <li>結晶の光り方がとてもきれいでした。</li> <li>顕微鏡下における火成岩の特徴についてまとめる。  黒雲母花崗岩は等粒状組織構造であり, 輝石安山岩は斑状組織構造を呈している。 斜長石には劈開構造が見られる。 普通輝石は屈折率が高く, 偏光があざやか。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒間で会話される有益なローカル発話にも着目し, 全体での共有化を図ることができるよう支援する。</li> <li>※探究した顕微鏡下の火成岩の特徴を表現することができる。 (発表, 学習プリント)</li> <li>※偏光装置付き拡大鏡下の各火成岩の特徴を理解できる。(発表, 学習プリント)</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>今日の授業の振り返りを行う。</li> </ul>	

・速やかに後片づけを行う。

(d) 授業の実際

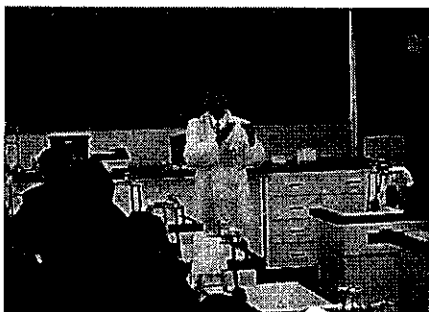


図5 解説の様子



図6 観察・実験の実際

【文献】

三崎 隆：「顕微鏡観察における場独立型一場依存型の認知型の影響」, 地学教育, 51, 117-121, 1998.

三崎 隆, 青木 悟, 森下智之：「中学校における岩石観察力の指導法に関する実践研究－必修理科への偏光装置付拡大鏡の導入を事例に－」, 北海道教育大学附属教育実践総合センター紀要, 5, 23-28, 2004

## 5 評価

### (1) 授業後の児童・生徒の自己評価の結果 (原文のまま)

#### (a) 小学校教育

・とてもおもしろかったです。石のつぶがいろいろな色にかわってびっくりしました。青やむらさきとかいろいろありました。どれも、きれいな色だったと思います。石について自分でもしらべてみたいです。

・今回の授業は、自分のためになりました。まず、石の外からと中からの見方は、全然違うということ。次に様々な結晶が一つに集まり、石という固体になったこと。(予想)夏休みの題材にもなったので、使わせてもらいます。

・とても興味のわいた授業でした。石もくわしく観察すれば、このように見えるのかと思いました。他の石についても調べたいです。

・とても興味のある授業で、楽しく勉強できました。今回調べた石以外にも調べてみたいです。とくに調べてみたい石は、いつも見みような、身近な石です。

・今日の授業で、石について、もっと知りたくなりました。ただの石だけど、石の中がこんな風になっているとは知りませんでした。今度からは本などでも調べていきたいです。

#### (b) 中学校教育

・輝石や長石などにも種類があることがわかって楽しかった。もっと色々な種類の鉱物にふれてみたいと思いました。

・とても貴重なものを見れたと思う。岩石の構造がわかってすごいと思った。今度から今日学んだ知識を生かして取り組んでいきたいと思う。

・石の中にある鉱物について勉強してみたら、気付かなかったところや、自分が知っていたことをさらに重点して見てみたり、色々な発見がありました。また、この授業があることを望んでいます。

・今日は、とても楽しかったです。特に、輝石安山岩の鮮やかさには、驚きました。僕自身が、鉱

物の学習が好きなので、色々なことを教えてもらって、充実した授業になりました。

・今まで知らなかったことが、今日の授業で知ることができ、岩石や鉱物に対して興味をもつことができた。難しそうな単語もでてきたけど、その意味を知っていくと、いろいろと分からないことがでてきて、これから少しずつそれを理解していくのが楽しそうだと思う。

## (2) アンケート調査による変容の結果

授業前後で、対象者全員に、興味・関心、意欲、科学的な思考、観察・実験の技能、知識・理解について、次の5項目から自己評価させた。

- 私は、石について興味を持っています。(興味・関心)
- 私は、石のつくりを調べてみたいと思っています。(意欲)
- 私は、調べた結果から石のつくりの特徴を考えることができます。(科学的な思考)
- 私は、顕微鏡を使って石のつくりを調べることができます。(観察・実験の技能)
- 私は、石のつくりを理解しています。(知識・理解)

その際、「とてもそう思う」、「少し」、「どちらでもない」、「あまり」、「全然思わない」の5つの回答の選択肢を示して、その中から当てはまるものを選択させた。

それぞれの項目について、授業前後で選んだ選択肢の内容が向上している場合に、「変容あり」と判断した。授業前後で選択肢の内容が変化していない場合と悪化している場合には「変容なし」とした。そして、それぞれの項目について、「変容あり」と「変容なし」との間で1×2のクロス表を作成し、Fisherの直接確率計算によって出現確率を求めた。

表1は、小学校教育実践に関して、授業前後の興味・関心について、「変容あり」の児童数と「変容なし」の児童数を示している。Fisherの直接確率計算の結果、5%水準で統計的に有意差が認められた(両側検定： $p=0.0000$ ,  $p<0.05$ )。

表2は、小学校教育実践に関して、授業前後の意欲について、「変容あり」の児童数と「変容なし」の児童数を示している。Fisherの直接確率計算の結果、5%水準で統計的に有意差が認められた(両側検定： $p=0.0007$ ,  $p<0.05$ )。

表3は、小学校教育実践に関して、授業前後の科学的な思考について、「変容あり」の児童数と「変容なし」の児童数を示している。Fisherの直接確率計算の結果、5%水準で統計的に有意差が認められなかった(両側検定： $p=0.1877$ , ns)。

表4は、小学校教育実践に関して、授業前後の観察・実験の技能について、「変容あり」の児童数と「変容なし」の児童数を示している。Fisherの直接確率計算の結果、5%水準で統計的に有意差が認められた(両側検定： $p=0.0001$ ,  $p<0.05$ )。

表5は、小学校教育実践に関して、授業前後の知識・理解について、「変容あり」の児童数と「変容なし」の児童数を示している。Fisherの直接確率計算の結果、5%水準で統計的に有意差が認められた(両側検定： $p=0.0000$ ,  $p<0.05$ )。

表1 興味・関心の授業前後の変化

	変容あり	変容なし	.0000
興味・関心	32	5	$p<0.05$

表2 意欲の授業前後の変化

	変容あり	変容なし	.0007
意欲	29	8	$p<0.05$

表3 科学的な思考の授業前後の変化

	変容あり	変容なし	.1877
科学的思考	2 3	1 4	NS

表4 観察・実験の技能の授業前後の変化

	変容あり	変容なし	.0001
技能	3 0	7	p<.05

表5 知識・理解の授業前後の変化

	変容あり	変容なし	.0000
知識・理解	3 4	3	p<.05

表6は、中学校教育実践に関して、授業前後の興味・関心について、「変容あり」の児童数と「変容なし」の児童数を示している。Fisherの直接確率計算の結果、5%水準で統計的に有意差が認められた（両側検定：p=.0335, p<.05）。

表7は、中学校教育実践に関して、授業前後の意欲について、「変容あり」の児童数と「変容なし」の児童数を示している。Fisherの直接確率計算の結果、5%水準で統計的に有意差が認められた（両側検定：p=.0138, p<.05）。

表8は、中学校教育実践に関して、授業前後の科学的な思考について、「変容あり」の児童数と「変容なし」の児童数を示している。Fisherの直接確率計算の結果、5%水準で統計的に有意差が認められなかった（両側検定：p=.2558, ns）。

表9は、中学校教育実践に関して、授業前後の観察・実験の技能について、「変容あり」の児童数と「変容なし」の児童数を示している。Fisherの直接確率計算の結果、5%水準で統計的に有意差が認められなかった（両側検定：p=.9999, p<.05）。

表10は、中学校教育実践に関して、授業前後の知識・理解について、「変容あり」の児童数と「変容なし」の児童数を示している。Fisherの直接確率計算の結果、5%水準で統計的に有意差が認められた（両側検定：p=.0000, p<.05）。

表6 興味・関心の授業前後の変化

	変容あり	変容なし	.0335
興味・関心	2 6	1 2	p<.05

表7 意欲の授業前後の変化

	変容あり	変容なし	.0138
意欲	2 7	1 1	p<.05

表8 科学的な思考の授業前後の変化

	変容あり	変容なし	.2558
科学的思考	2 3	1 5	NS

表9 観察・実験の技能の授業前後の変化

	変容あり	変容なし	.9999
技能	1 9	1 9	NS

表10 知識・理解の授業前後の変化

	変容あり	変容なし	.0000
知識・理解	3 2	6	p<.05

### (3) 議論

児童・生徒の授業後の自己評価の結果、並びに授業前後でのアンケートによる変容調査の結果、対象となった児童・生徒は、岩石・鉱物に興味・関心を寄せている様子を読み取ることができた。従前から興味を持っていた児童・生徒でも、より一層の関心をもつ切っ掛けとすることができた。彼らの興味・関心を高める効果を上げることができたことによって、彼らの岩石・鉱物学習への意欲が高まったと考えられる。特に、授業後のさらなる学習や他の岩石・鉱物の学習を希望している児童・生徒が現れたり、身近に見られる岩石・鉱物への関心を高め学ぼうとする意識を高めている児童・生徒が現れたりしたことは、今回の試みの成果であろうと考えられる。

また、彼らの興味・関心を高め、学習意欲を促した要因の一つには、安全に容易に使用できる偏光装置付拡大鏡の一人1台活用の試みがあると考えられる。特に、小学校教育実践においては、岩石の中を観察する機会は、現カリキュラムでは皆無であり、全く初めての体験となっただけに、インパクトをもって理解できたものと考えられる。その意味では、中学校教育はもちろん、小学校教育においても、今回使用を試みた装置を導入することは有意義であるものと考えられる。

ただ、児童の中には、取扱いに習熟できない児童がいたことも事実であり、適切な使用方法については個別に指導する必要があると考えられる。今後、偏光装置付拡大鏡が小学校教育に導入され、有効に活用される場合には、この点を考慮する必要があると考えられる。

今後、小学校教育における顕微鏡を活用した地質学領域に関する観察・実験と、中学校教育において顕微鏡を活用した地質学領域に関する観察、実験の連続した教育カリキュラムが検討されることによって、岩石・鉱物、あるいは微化石をはじめとした微細な組織や構造、しくみに対する児童・生徒の興味・関心が高まり、地質学領域を意欲的に学習しようとする児童・生徒が増加するとともに、基礎的な観察能力を習得した児童・生徒が育成されることが期待される。

### 謝辞

本研究を推進するに当たり、財団法人日産科学振興財団から平成15年度日産理科教育助成による支援を受けた。電子顕微鏡写真の使用に当たって、上越教育大学地学教室大場孝信助教授から御指導をいただいた上に、撮影写真を授業実践に活用させていただいた。また、本学附属釧路小学校並びに本学附属釧路中学校の諸先生方には授業実践に当たり、御協力いただいた。この場をお借りして、厚く御礼申し上げます。