

## 理科・環境教育助成 成果報告書

第2回 期間：2004年11月～2005年10月

氏名：松居誠一郎 所属：宇都宮大学教育学部

課題名：化石と地層からさぐる古代の環境

### 1. 課題の主旨

この計画は学校教育の中で実施が難しい地層や化石の野外観察を主体とした体験的理科学習を目指している。また活動が単なる体験に終わることなく、化石や地層の観察から過去の環境が読み取れることを学べるようにする。

鬼怒川河原などにおける地層と大型化石の観察は、児童生徒に人気のある化石が意外と身近に見られることを通じて、野外活動の楽しさと学習上の意義を実感できることを目指している。また、溜池などでの堆積物の観察は、ごく浅い湖沼にゴムボートで漕ぎ出して、湖底での堆積過程を観察するとともに、湖底にパイプを差し込んで、堆積物の柱状試料を採取し、地層の形成過程をイメージできるように企画している。

### 2. 活動状況

本テーマのねらいは中学生が地層と化石を野外で観察し、化石を用いて過去の環境を推定する方法を実際に体験できるプログラムを開発し実施することである。野外実習は地層や化石の学習で重要な役割を持っているが、一般の中学校で実施するには困難が伴う。また化石から環境を推定する方法は中学校の教科書で「示相化石」として概念的には取り上げられているが、実際に方法を体験し、その役割を実感することは難しい。今回の企画はそうした問題点を多少とも解消し、中学生に理科学習の楽しさを経験してもらうことをねらっている。このプログラムは平成15年度からサイエンスパートナーシッププログラム(SPP)などでの実施を通じて開発を継続してきたが、今回は従来の試みから進んで次のことを重視した。

このプロジェクトではSPPのように特定中学校の生徒集団を対象にした講座ではなく、一般公募の中学生対象の講座を2回実施した。学校単位で実施すると教師の指導の影響が強く、また理科とくに地学的学習内容に対する関心の程度にかなりの幅のある生徒が参加するのに対して、一般公募では理科に対してとくに関心の深い生徒対象に実施することができると予想される。ここではSPPで積み上げた実施内容が、理科に関心の深い生徒集団にどのように受け入れられるかを検討し、理科志向の強い生徒対象に高度な学習内容を提供する可能性を探った。

### 教材開発

野外実習では次のことをねらった。身近な場所を実習場所に使うことで地層や化石に親近感と意外性を感じることができるようになる。宇都宮市内の数カ所において大人数での貝化石観察が可能な場所を見つけだし、それぞれの場所で適用できる観察方法を開発した。ため池ではゴムボートでの作業を含めることで、楽しさや非日常的な雰囲気の中かで実習を経験できるようにした。ここでは安全性を確保し

つつ、水底から柱状試料を採取し、さらに水底の様子を観察することを通じて、堆積過程を実感し、地層形成のメカニズムを想像できるような教材の開発を行った。

室内実習のうち、野外実習を組み合わせた実施では、生徒自身が野外で採集した標本を扱うことで、野外での観察が科学的に分析される過程を理解できることを重視した。堆積物から珪藻などの微化石を検出する作業は中学生にはやや難しい内容であるが、それを克服して結果に到達できるように実験手順の開発と指導体制を考えた。大人数の生徒が安全に短時間でプレパラートを作成する方法を確立した。

また、環境指標となる種類の見分けのために、一覧性のある写真／図の図版を作成し、その利用上の効果を検証した。当初、珪藻の「一覧図鑑」を実習に用いて、現場での適用可能性を試した。その後、この方法の有用性を検証するために、木の葉化石やさらに、化石以外の植物、トンボなどで同様の「一覧図鑑」を試作し、小中学生に野外実習の場で実際に用いてもらった。

また堆積物についての観察の幅を広げるために、含まれる鉱物粒子の観察法の開発もおこなった。偏光フィルムとルーペや顕微鏡を組み合わせ、鉱物粒子の光学的特徴を簡単に調べる方法を検討した。また鉱物の結晶形態を原子レベルで理解する教材を作成した。

## 実施講座

中学生を対象とした公開講座は次の2回を実施した。

1. 「砂と火山灰の観察」、「木の葉化石の観察」： 公募の宇都宮市内中学生8名を対象に2004年12月25日26日、宇都宮大学教育学部で実施。初日は海岸などの砂に含まれる鉱物の観察をおこなった。2日目は塩原湖成層の木の葉化石を素材に化石を岩石から取り出す方法を体験し、化石を用いて環境を推定する方法を学んだ。
2. 「化石をさがそう」： 2005年8月26日28日の2日間、公募の栃木県内の中学生を対象に宇都宮市内の野外と宇都宮大学において実施した。野外では貝化石と湖成堆積物の観察、室内ではそれらの試料を分析して過去の環境を推定した。

以上2件については実施内容と結果を後述する。

このほかに今回の教材開発の成果を用いた事業は次の9件がある。実施経費の一部は他から援助を受けた場合がある。

3. 珪藻化石の観察： 國學院栃木高校の40名の生徒を対象に、2004年12月に2時間半の講座として実施した。この場で上記の「一覧図鑑」を使用した。これの実施経費はサイエンスパートナーシッププログラムから支援を受けた。
4. 貝化石の野外観察 宇都宮大学教育学部附属中学校1年生160名を対象とした貝化石の観察会を2005年3月14日15日に実施した（80名ずつ2日間）
5. ビオトープの生物観察： 栃木県の野木町立新橋小学校における児童のビオトープ活動に大学生数人とともに継続的に参加した。2005年2月以降継続中。この場で上記の「一覧図鑑」を使用した。
6. 貝化石の野外観察： 那須町立東陽中学校の総合的学習の時間を使って、貝化石の野外観察と室内

での講義をおこなった。2005年6月2日実施

7. 2の公募事業をやや簡略化した事業を8月2日と4日に栃木県南河内中学校の生徒を対象に実施した。この場で上記の「一覧図鑑」を使用した。これの実施経費はサイエンスパートナーシッププログラムから支援を受けた。
8. 教員研修：8月8日と10日に栃木県教育委員会主催の教員研修の講師として、野外と室内における岩石鉱物の観察を指導した。このなかで、上記の鉱物粒子の簡易観察法を実施した。
9. 珪藻化石の観察：栃木県立宇都宮南高校の生徒を対象に3とほぼ同じ内容の講座を2005年9月17日に実施した。この場で上記の「一覧図鑑」を使用した。これの実施経費はサイエンスパートナーシッププログラムから支援を受けた。
10. 「化石釣り」：栃木県内の理科教員組織が実施した「科学お楽しみ広場」に「化石釣り」を出展した。主に小学生を対象にルーペサイズの化石を砂の中から拾い出す遊びである。
11. 理科第二分野の出張授業：那須町立東陽中学校の理科の時間に、化石についての50分の授業を2クラスで実施した。2005年11月22日実施。

## 講座実施結果

### 「砂と火山灰の観察」

日時：平成16年12月25日（土） 午前10時から12時

参加者：生徒8名 引率教員1名

以下のような活動を行った

#### 砂と火山灰 観察記録

1. 海岸の砂をふるいで分ける  
0.5mmより粗いもの：  
5mmから0.25mmのもの（これを①）：  
0.25mmより細かいもの（これを②）：
2. ①と②を磁石でくっつけてみましょう  
①で磁石につくもの（これを①A）：  
①で磁石につかないもの（これを①B）：  
②で磁石につくもの（これを②A）：  
②で磁石につかないもの（これを②B）：
3. 磁石で分けた砂をスライドガラスにのりで貼り付けてルーペと顕微鏡で観察します
4. 3で見たスライドガラスを偏光フィルムにはさんで見てみましょう。
5. 火山灰をスライドガラスにのりで貼り付けて観察しましょう
6. 雲母の薄い結晶を偏光フィルムにはさむとどうなりますか
7. 鉱物とはどんなものでしょう
8. 火成岩の観察結果をまとめましょう
9. テルミット反応でどんな事が起こりましたか

実施結果：時間数からするとテーマが多すぎ、それぞれが未消化になったようである。今回の参加者は理科クラブのメンバーで、事前アンケートにもあるように理科にもともと関心が深い生徒たちであることを考慮すると、それぞれのテーマをもう少し深く学べるようにし、テーマ数を減らすか、あるいは2

回以上に分けて実施するほうが良かったと思われる。ここで取り上げたテーマは野外観察と組み合わせることでより理解が深まる。今回は季節的な問題から野外観察を実施しなかったが、今後試みたい。

今回は5名の学生がティーチングアシスタントとして参加した。授業の中で学生が教材について事前に学ぶようにした。今後は学生自らが主体的に教材開発をおこなうような仕組みを考えると良いであろう。

### 「木の葉化石の観察」

日時：平成16年12月26日（日） 午前10時から12時30分

参加者：生徒8名 引率教員1名

以下のような活動を行った

#### 木の葉石 観察記録

1. 木の葉化石は石の中にどのように入っているでしょうか
2. 木の葉を図と見比べて種類を決めましょう。また「木の葉石」に多く出てくる樹木の現在の分布の表にある種類は気候帯の数字を書き込みましょう
3. 上の結果から木の葉石の植物がどのような環境に生活したかを考えましょう。

実施結果：化石探しの作業は特に小学生に人気があるが、今回の中学生も十分に化石を楽しんでくれたように思われた。しかし、中学生対象ということで用意した化石による古気候推定の実習は学習のねらいが伝わらなかったかもしれない。直感的理解を助ける工夫が必要であったろう。あるいは実習内容を直接体験主体で構成すべきであったかもしれない。

### 「化石をさがそう」

この講座は宇都宮市内の小中学生対象の配布される宇都宮市教育委員会発行の広報誌「こどもックル」を通じて募集をおこなった。17名の応募があったが、うち1名は事前に不参加の連絡があった。

もともと8月25日に野外実習、26日に室内実習を予定していた。しかし台風が接近して25日の野外実習が危険となったため28日に延期して実施した。本来、野外での採集物を室内で調べる順序で計画したのであるが、日程変更のため、事前に採集しておいた化石試料を用いて室内実習を先行実施した。

#### 室内実習

日時：平成17年8月26日（金） 午前9時半から午後4時

参加者：中学生16名

実施内容：台風が南にそれたためひどい嵐にはならず、予定の開始時間ではじめた。遅刻者は無かった。9時半開始。16名を4グループに分けた。

あらかじめ採取してあった宇都宮市内鶴田沼の湖底柱状試料の珪藻組成を調べ、過去の沼の環境を推定した。これは中学校1年理科第二分野の教科内容である「示相化石」を実際の試料で学ぶ内容である。今回の参加者16名のうち、この内容を学習していない1年生が10名いたため、最初に化石の生成と示相化石について簡単な説明をおこなった。また、野外実習が後回しとなったため、野外での作業手順

を画像で説明し、使用する柱状試料の意味を理解してから実習に取り組んだ。珪藻のプレパラート作成と観察の手順はテキストに示したとおりである。

1本の柱状試料から層準の異なる4試料を各班の4名の生徒が分担して処理し異なる4層準の環境を推定できるようにした。

午前中にプレパラート作成、午後はその観察に当たった。使用する装置（午前中は遠心分離器、試験管立てなど、午後は顕微鏡、パソコンなど）は昼休みに入れ替えて、ゆとりのあるスペースで実習に取り組めるように工夫した。

この実習でもっとも難しいのは種の同定であるが、これには試料に出現する可能性の高い種を含む「一覧図鑑」を使用した。1枚のプレパラートから少なくとも10種類の珪藻を識別することを目標にした。自分の作成したプレパラートの代表的な珪藻を顕微鏡撮影装置でデジタル画像として保存し、その場で印刷するか、デジタルデータ化して生徒が持ち帰れるようにした。

環境の推定では主要な珪藻の種名と生息環境の一覧を用意し、その中から識別できた種を探し出して、生息環境データを集計するようにした。この作業手順はかなり複雑であるが、全てワークシートにしてあり、全員が迷うことなく作業に取り組めるように工夫した。

実施結果：比較的人数の少ない実施で、指導がやりやすく、実習内容をほぼ完了することができた。とくに後半の環境推定の部分は分析手順がやや複雑な上、手順の科学的な意義を理解するのが難しいが、この点も理解が進んだと思われる。全般に顕微鏡操作などの基礎的技術の習熟度が高く、また質問が活発で、いわゆる「理科好き」の生徒が参加したことがうかがわれた。

珪藻種の同定は予想したことではあるが最も難しい課題であった。現状では類似種の識別に難点がある。これは図版などの整備が必要であると痛感された。また写真撮影では手元の顕微鏡で観察し、写真にとりたいと望んだ個体を、カメラ付きの顕微鏡にプレパラートを移して見つけだすことが難しいことが問題であった。これは生徒が使用する顕微鏡に簡単に取り付けられるカメラを用意することである程度解決すると予想された。接眼レンズをはずして取り付ける簡易な顕微鏡撮影装置を購入し、9月17日の宇都宮南高校対象の講座で試して、有効であることを確認した。

なお、今回の講座では学生ボランティアに協力してもらったが、効率的な実施に非常に役立っただけでなく、昼休みに生協での食事など大学内の案内をしてもらい、受講者の好評であった。こうした行事が中学生の理科への関心を高めるだけでなく、大学への理解を深める良い機会であることを示していた。

## 野外実習

日時：平成17年8月28日（日） 午前9時から午後4時

参加者：中学生11名

実施内容：上述の通り、台風のため25日の予定を28日に延期して実施した。日程を変更したため、欠席者が多くなった。翌日から新学期で、試験準備など忙しい時期に当たったことが原因であった。

台風やその後の降雨による鬼怒川の水位上昇が問題であった。「河川情報センター」のHPでリアルタイムの水位情報を調べた結果、水位は割合低いようであったが、万全を期して鬼怒川の実習を午後に

変更し、午前中は鶴田沼における採泥作業にあてた。

大学を9時15分にバスで出発し、宇都宮西部の溜池である鶴田沼に10時着。ゴムボートで採泥作業を行った。2隻のゴムボートで作業を行った。1隻につき学生ボランティア1名と受講者2名が乗り、2隻共同で採泥作業を行い、受講者全員が作業を経験するためにこれを3回繰り返した。作業手順はテキストの通りである。3回の作業で3本の柱状泥試料が採取された。採泥の他に沼底の泥の観察をおこない、現在起こっている堆積過程を実感できるように注意した。時間にかかなりの余裕があるためボート遊びと沼の奥にある保全対象の湿地の見学を行ったあとで、昼食をとった。

鶴田沼は宇都宮市公園緑地課で管理しており、市内でも自然環境が良く残り、希少生物の生息場所として知られている。幅80m奥行き100mの水面があり、水深は最大でも40cmで、手動による採泥作業と水底の観察に適している。今回の作業は宇都宮市公園緑地課と(財)「グリーントラストうつのみや」から許可を得て実施した。

昼食後、バスで鬼怒川河原の移動し、中新世の貝類、ウニなどの化石採集をおこなった。鬼怒川の水位が高いため地層が露出して河原は水没していたため、対岸の転石中から化石が採集できる場所で作業した。時間的に余裕があったため、早めに野外活動を切り上げて、3時ころに大学に戻り、実験室で採集した化石の観察を行った。

実施結果：午前中の鶴田沼での活動では、ボートの組み立てに数人の受講者が積極的に参加した。採泥作業などでも自発的な活動場面が多く見られた。これはSPPなど中学校単位で参加する活動ではあまり見られないことである。1つには参加者の個性が関係するであろう。ボート組み立てなどへの参加の様子を見ると、極めて好奇心に富んだ中学生であることをうかがわせていた。また中学校単位であると、学校のなかの「しきたり」が強く働き、自分だけが目立つことを避ける傾向が見られることと関係するかもしれない。学生ボランティアの1人が「あの子たちは、多分学校のなかで浮いているよ」と指摘していたことも印象にのこる。いずれにし、好奇心に富み、自然科学志向の強い生徒が多く参加していることは明らかである。

午後は現地までの河川敷に水溜まりができていて、到達に苦労したが、受講者は水に入ることをかえって楽しんでいるようであった。

野外実習の感想を聞いたところ、身近な場所で貝化石が採れたことに驚いたという意見が多かった。またボートでの作業が楽しかったというのも多かった。野外活動の意義が、目的とした野外での観察や採集そのものだけにあるのではなく、自分の生活世界から見たときの場の設定(「身近」とか「遙かな」など)や、目的に付随する様々な体験など、複合的な要素で構成されていることが推定される。

### 3. 結果

実習後に受講者に対して感想を求めたところ、「地学分野の様々な実習をやってみたい」といった意見が多かった。こうした感想は同様のプログラムを実施した SPP でも、多少は見られることであるが、今回の受講者のほうがはるかに関心が高い。

実施後に1名の参加者からメールで質問があったが、質問内容は実習のねらいを本質的に理解した上で、さらにその先の意義を問うたもので、驚かされた。受講者の理学的関心と知的水準の高さがうかがえた。また受講者の自発的な参加姿勢の強さも目立った。

全体として今回の受講者が好奇心に富み、自然科学志向の強い生徒であることは疑いない。こうした生徒（児童も）の意欲を生かす場として、今回の試みのような専門性のある程度追求し、かつ体験的要素も加味した活動が意味を持つと結論できるであろう。

#### 4. 今後の課題と発展

室内実習では種の識別が課題である。「一覧図鑑」の有用性は様々なケースで明らかであるが、珪藻では種数が多いため、いまだに使いやすい図鑑を完成できないでいる。現在、1県立高校の理科クラブが河川や池の珪藻調査に取り組んでおり、これに協力する形で「一覧図鑑」の洗練化を試みる予定である。

顕微鏡の画像撮影に、ポータブルの顕微鏡カメラは有用である、これについても利便性の向上を行う予定である。

#### 5. 発表論文、投稿記事及び当財団へのご意見など

今回の内容の一部を学会発表や論文発表する予定です。

8月28日の野外活動では東京新聞の取材があり、翌日記事となりました。

今回の資金援助を受けることができたのは非常に幸いでした。学校単位の講座の限界を感じ始めていたのですが、公募形式の講座を実施して、予想通りというより、予想以上の成果があったと思います。学校単位ではなかなか参加できない、あるいは参加したとしても個性が埋もれてしまうような受講者に多く出会うことができました。

貴財団が、理科教育の質の向上に深い関心を持たれ、援助を続けられていることに、敬意を表します。