

9. 動画を含む顕微鏡デジタル生物教材の作成

理科教育講座 川村三志夫・岡崎純子・生田享介
kawamura@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

1 教材開発の背景

本学の理科専攻では、中学校教科専門あるいは専攻専門の必修科目として物理・化学・生物・地学の4教科の基本実験を開講している。また、小学校教科専門の理科においては、理科を専門としない教員志望者が、小学校現場で理科実験をできるだけ実践してもらうことを目的に、受講生に小学校の理科の教科書に載っている実験を網羅的に体験させる授業を行っている。これらの授業の内、生物学に関連した観察実験は、理科教育講座生物分野の教員3名が担当し、各自の専門性を生かした教材を開発して授業を行っている。その中で、どの教員も共通して取り入れている観察実験に顕微鏡観察がある。これまで、長年に渡る授業において学生に顕微鏡の使い方を指導し、様々な生物試料を観察させてきたが、その過程で学生自身が作成したプレパラートや教員が演示用に作成したプレパラートは、何らかの形で残しておけば教材としての利用価値があるものと思われた。しかし、永久プレパラートにするには手間がかかることや、試料によっては保存できないものがあり、その場だけの観察で終わらせてきた。しかし、近年急速に発展してきた ITC 技術を活用することで、それらを静止画像や動画として保存することが容易になってきた。そこで、平成21年度より本学に特別教育研究経費として「デジタル教材開発活用サイクルによる新しい教育の展開」が予算措置されたことを契機に、高性能の顕微鏡画像デジタル撮影システムを構築し、本学の教育研究活動で作成される資料を撮影・録画してデジタルデータとして保存しておき、大学の授業で活用するだけでなく、それらを初等・中等教育における教育課程に沿って整理し、適宜 Web 上に公開して、一般の学校現場でも教材として使ってもらおうことを目指し、当該プロジェクトに参加した。

2 教材開発のねらい

2-1 高画質の顕微鏡デジタル画像の供給

これまでの大学教育での経験では、義務教育課程で顕微鏡観察の経験があり、理科を専攻する大学生を対象とした生物実験授業であっても、学生間で顕微鏡観察の習熟度や経験に大きな差があり、デンプン粒などを観察させると、気泡を見誤ってしまう学生が少なからずいる。小・中学校の理科や高校生物の単元の中では、必ず顕微鏡観察が課される中で、たとえ大学の生物実験を履修した経験のある教員であっても、顕微鏡の扱いに習熟しているだけでなく、適切な教材を準備でき、適切な観察条件を提示・指導できるようになるには、採用後の実践的な経験の積み重ねが必要である。そのための参照資料として、教育課程に沿った教

材の高画質顕微鏡画像と観察データのデータベースがあれば便利である。また、授業においてそのようなデータベースから得られた良質なサンプル画像を児童・生徒にみせることで、観察目標を具体的に示すことができる。近年、Web を検索して様々な資料を入手することが可能になっている。生物試料の顕微鏡画像を掲載するページを Web 上で検索すると、特定の題材に特化したページ、例えばプランクトン画像を専門的に扱うページなどにかなり充実したものが見られるが、学校教材として教育課程に沿った形で画像を提供しているページにおいて、質・量共に充実したものは少ない。このような観点から、本教材開発では、学校教員、特に顕微鏡観察の経験が不足している教員や、これから顕微鏡観察を始める児童・生徒に対して、接眼レンズを覗いた世界にできるだけ近い高画質の教材を提供することで観察眼を養ってもらうこと主な目的とした。

2-2 動画の供給

学校での顕微鏡観察においては、プランクトンや植物細胞の原形質流動、メダカの尾ヒレの血流などのように動きのあるものを観察する場合がある。それらを動画として供給することは、児童生徒の興味を引き、教師の観察眼を養う上で重要と考えられる。特に、プランクトンの観察においては、種の簡単な同定が必要になるが、動きや形の変化の特徴が同定の参考になる。このような目的で Web 上を検索すると、いくつかのサイトでプランクトン動画が見られるが、その種類は決して十分ではない。従って、本プロジェクトの目的に、プランクトンを中心に顕微鏡動画を撮影し供給することを加えた。

3 教材開発の概要

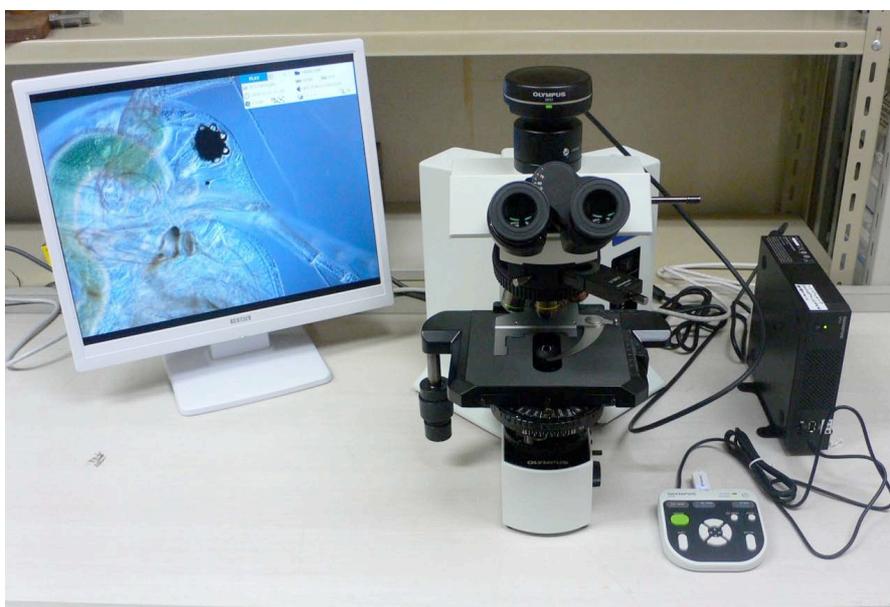
3-1 機器の選定と性能の概要

Web 上に公開する顕微鏡像の静止画や動画の撮影方法として、市販のデジタルカメラやデジタルビデオカメラなどを顕微鏡の接眼レンズに近接させて撮影するコリメート法が紹介されているが、それらは、あくまで簡易法であり、臨場感を伴った高画質の教材は供給できない。また、画像を直接モニターに映し出せる顕微鏡用カメラも十数万円程度で手に入れることができ、演示用に重宝されているが、画像データを残せる機種でも画質は低い。本教材開発で目指す画質の画像を得るために適した機器としては、どうしても研究用機器に準じた高い性能のものを要求せざるを得ない。導入機器の選定に臨んで、機材面での顕微鏡画像の画質を決める要因として、顕微鏡の性能と撮影装置の性能が挙げられる。光学顕微鏡は長い歴史があり、その性能の進歩はほぼ限界に達しつつあると思われる。それに対して ITC 技術は日進月歩であり、現在の性能と価格の関係も数年後には大きく改善される可能性が高い。そこで、本プロジェクトで配分された予算において、ある程度顕微鏡の性能に比重を置いた機種選定を行う事とした。

顕微鏡部分の選定結果、オリンパス製の BX51-PH 型を導入した。本機種は、明視野観察での性能は最高級対物レンズを装着した機種より若干劣るが、本教材開発の目的には十分な性

能を有している上に、位相差法や微分干渉法による画像観察ができる利点がある。大学の設備を使った教材開発であるからには、学術分野にも使われる特殊効果を用いて生物の微小構造を見やすくした画像を供給することも使命の一つと考えられる。

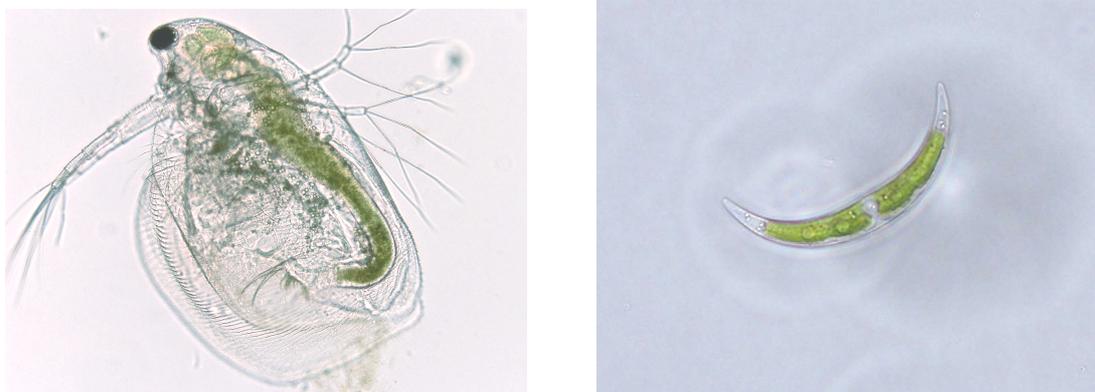
次に画像撮影装置の選定についてであるが、研究用機器においては動画撮影に対する需要が少なく、本プロジェクト開始時点では、静止画に加えて動画も撮れる機能を備えた研究用顕微鏡カメラはオリンパスの最上位機種しかなかったことから、配分された予算内では導入が不可能であった。また、オリンパスの静止画専用の研究用顕微鏡カメラの最下位機種である PD20 型に加えて顕微鏡動画撮影専用のデジタルビデオカメラを導入することも予算面で無理であった。すなわち、前述したように、顕微鏡の性能に重点を置いた機種選定を進めたことから、残りの予算内において、本プロジェクトの目的の一つであるデジタル動画供給のための機能をどのように確保するかが大きな問題となった。次善策として PD20 型で写したモニター画像をビデオ撮影してデジタル化する等の代替措置を考えていたところ、PD20 型の後継機種で動画撮影も可能な PD21 型が本年 11 月末に発売されることが判明し、その導入を待つことにした。そのため、教材開発に費やせる期間が短くなった。本装置で撮影できるのは、400 x 300 ピクセルの AVI 形式の動画に限定されるが、ホームページにアップする用途としては現時点では満足できるものであった。今後、より廉価で高機能の動画撮影ができる装置の開発を待ちたい。



導入したシステムの写真

3-2 画像の撮影

本プロジェクトで導入されたシステムを使い、プランクトンの画像を撮影した結果を示す。左がミジンコの仲間（通常の明視野法）で右がミカヅキモの仲間（位相差法）である。比較的良質な画像が得られている。



3-3 Web への公開

上述の理由で機器の導入が遅れたことから本年度の実験授業とリンクした教材作成ができなくなり、別途に時間を割いて教材を作成しつつある。従って、本報告書を作成している時点で、まだ、ホームページの作成には取りかかれていないが、本年度中には試作段階であっても、作成した教材を公開するサイトの準備をしたいと考えている。なおサイトの URL は http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~rika/seibutu/micro_kyozai.html とする。

4 今後の課題と展開

本プロジェクトにより、研究用に準拠した高画質な顕微鏡画像撮影システムが導入され、教材作成を進めつつある。今後の課題として、小中高の教育課程に沿った教材を量的に充実させる事と、それらを Web 上に公開するに当たって、機能的なデザインのホームページを作成することである。本教材の多くは、主に教員養成課程の生物関連実験・実習の成果を利用して作成される予定であることから、当該ホームページの充実は、対応する大学の授業内容のさらなる強化につながるものと考えている。さらに、将来的には、このシステムを教材研究に熱心な現場の学校教員に活用してもらうことを考えている。それによって、学校現場にとって実践的で需要の高い教材が提供できるようになると思われる。

10. 生物教育における微速度撮影映像のデジタル教材化

実践学校教育講座 出野卓也
deno@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

1 目的

私たちは、縦・横・高さの三次元的広がりを持つ物体や事象が時間軸に沿って変化していく様を観察することができる。これは人間の感覚の範囲内であれば比較的容易だが、その範囲を超えた場合、認識・把握するのが困難になる。そこで私たちは、空間的に大きな広がりをとらえるために航空機や衛星からの映像などを用いて、遠くのものを引き寄せて観察するために双眼鏡や望遠鏡などを用いて、そして小さなものをとらえるためにルーペや顕微鏡などを用いて、私たちの視覚を補う工夫をしてきた。また、人間の時間軸に対する感覚を超えた変化を捉えるために、微速度撮影や高速撮影などを用いた映像を利用してきた。

生物教材の中には、動物の発生現象や植物の動きのように、その変化が人の時間感覚よりもはるかにゆっくりと進行する現象を扱うものがあり、リアルタイムの観察では児童や生徒がその変化や全体像を捉えにくいものがある。例えば小学校3年生では植物や昆虫の成長を、5年生では植物の発芽・成長・結実と動物の誕生を、中学校3年生で生物の成長と増え方を学ぶ。これらはリアルタイムで観察させても、また図や写真を用いて経時的な変化を示しても、なかなか理解してもらいにくい。しかし、微速度撮影により作成した教材では実際の時間を縮めて変化を観察できるので、児童や生徒の理解が得やすい。実際、筆者の担当している講義でも、微速度ビデオを見せると学生の理解は大変よく、わかりやすいという反応が返ってくる。そこで、小学校・中学校・高等学校・大学の生物学の授業で活用できる微速度撮影ビデオの教材開発を試みた。

筆者の専門は海産無脊椎動物を対象とした発生生物学で、これまでも微速度ビデオ撮影装置による発生現象の解析を行ってきたため、イトマキヒトデの初期発生など教材として利用可能な微速度撮影ビデオデータ(S-VHS)がいくつかある。ただ、アナログビデオのままでは授業で使いにくいいため、これらのデジタル化を計画した。また、これまでの研究や学生教育の過程で微速度撮影ビデオ教材化に適した素材を得ており、これらを微速度撮影して教材ビデオクリップの作成を行った。新規の撮影では、単に微速度撮影動画だけでなく、静止画としても十分利用可能な高画質撮影を計画し、そのための撮影方法の開発を行った。さらに、ビデオで撮影済みの素材についても、高画質化の必要に応じて再撮影を行った。

これらをまとめ、HPで検索・利用可能な体系化をするとともに、高画質の微速度撮影ビデオクリップ教材のDVDを作成し、必要に応じて配布する予定である。

2 デジタルスチルカメラを用いた微速度撮影方法の開発

従来の微速度撮影は、16mmフィルム撮影機等でコマ撮りをする方法やコマ撮りの可能な特

殊なビデオ録画装置(ビデオテープやビデオディスク、ハードディスク等)を利用して録画する方法を用いていた。16mm フィルムを用いると高画質での記録が可能だが、現実的には撮影装置やフィルムの入手が困難で、撮影にも高度な技術と経験を要する。また、ビデオ録画についても撮影操作自体はフィルムに比べて容易であるが、一般的に機材の入手が困難な上、主として防犯用であるためか、高価な割に画質はもうひとつである。そのため、画像から細かな構造の解析を行う目的には向かなかった。

しかし、インターネットで検索したところ、ORIENTAL DESIGN 社のホームページ(www.l-design-l.com)や continuous shatter というブログ(mockmoon.sblo.jp)から、連続撮影した静止画から動画を作成できることがわかった。つまり、高画質のデジタルカメラを用いて一定間隔で撮影した顕微鏡写真などを元に、市販のビデオ編集ソフトで微速度撮影動画を作成できる。当然のことながら、ビデオカメラの映像と比べると、各静止画の解像度は大変高いので、画像からの細かな構造解析に十分対応できる。顕微鏡撮影はコンパクトタイプのデジカメでも一眼レフタイプのデジカメでも可能だが、より自由度の高い一眼レフタイプに使用カメラを絞った。各社の一眼レフデジタルカメラを比較したところ、特にキャノン社の最近の EOS シリーズが今回の目的に大変都合が良いことがわかった。接続したパソコンからリモートライブビュー機能及びインターバル撮影機能を含むリモート撮影が可能である点や、絞り優先の自動露出が可能である点である。またハイビジョン画質での動画撮影も可能で、リアルタイムの動画の撮影も可能な点は都合がよい。他社製品ではこれらの機能がすべて利用可能なものはまだないようである。

なお、コンパクトデジタルカメラの中にはもともと微速度撮影機能が組み込まれているものもあるが、あくまでも動画扱いの撮影機能である。例えばニコン社のクールピクス P-5100 では 640×480 ピクセル/30fps と解像度的には S-VHS レベルであり、撮影間隔も 30 秒、1 分、5 分、10 分、30 分と 5 段階しかなく、撮影フレーム数も 1800 フレームまでという制限がある。インターバル撮影も可能だが、撮影間隔や最大撮影コマ数の制約は微速度撮影と同じである。

ところで、顕微鏡撮影でのピント合わせはマニュアルフォーカスとなるが、ファインダーからでのピント合わせの場合、マットタイプのフォーカシングスクリーンでは暗くて困難で、顕微鏡用の透過式フォーカシングスクリーンを利用できても、そのピント合わせにはかなりの熟練を要する。また、ライブビュー機能を使っても液晶画面の解像度が低いとピント合わせが困難だし、高解像度の液晶画面を備えていても顕微鏡の上方にカメラを取り付けるため、液晶画面が固定式の場合は大変見にくい。その点、EOS シリーズのリモートライブビュー機能ではパソコンの画面上でピントを確認できる上、5 倍・10 倍の拡大表示が可能のため、ピント合わせが大変容易である。

インターバル撮影に関してはリモートリリースが可能であれば良いわけで、メーカーによってはタイマーリモートコントローラーを発売しているところもある。EOS シリーズの場合も別売のコントローラーを利用できるが、本体に標準付属のパソコンインターフェースケー

ブルでパソコンと接続し、やはり標準付属の EOS Utility というソフトだけでインターバル撮影が可能である。このインターバル撮影では、5 秒以上 99 分 59 秒まで 1 秒単位で撮影間隔が選択可能であり、さらに撮影間隔を伸ばす場合は動画に変換する際に原画を間引きすればよいので、かなり自由度がある。さらに撮影コマ数もパソコンのハードディスクの空き容量の制約がかかるだけなので、相当数のコマ撮りが可能である。

顕微鏡への接続に関しては、ビクセン社の天体望遠鏡用の拡大撮影カメラアダプターやデジタルカメラアダプター-DG-NVL DX が筆者の研究室にあるオリンパス社の研究用顕微鏡(BH2 と SZH)の撮影装置接続部にそのまま取り付けることができた。これにカメラマウント別の T リングを介して各社の一眼レフカメラを取り付けられる。この固定方式は大変丈夫で剛性も高く、一眼レフカメラ利用時に問題となるミラーショックによるカメラぶれの影響をほとんど受けない。ちなみにビクセン社の顕微鏡用デジタルカメラアダプター-DG-MP を利用すれば JIS 鏡筒にも取り付けられるが、鏡筒が細いために多少固定強度が不足する。

静止画のインターバル撮影では、1 秒のビデオ動画が 30 フレームであることを考慮して撮影間隔を決める。例えば 2 秒おきに撮影すると 1 分間の現象が 1 秒の動画に、1 分おきの撮影なら 1 時間の現象が 2 秒の動画に縮まることになる。また、撮影画像を間引くことで時間の圧縮度合いを上げることもできる。最終的にどれくらいの時間にまとめるかも重要で、あまり長いと注意散漫になるし、短すぎてもわかりにくい。生徒たちの反応も見ながら、圧縮度を決める必要がある。

静止画の動画化には、トムソン・カノーブス社のハイビジョンビデオ編集システム HDSTORM PLUS に付属していた EDIUS Pro 5 という動画編集ソフトを用いた。画質調節した静止画のファイルネームを連番にし、ソフトに取り込んで簡単に動画化できた。ただ、時間軸の表示に関しては、微速度ビデオ撮影装置なら自動的に撮影時刻がスーパーインポーズされるが、本システムではできない。そこでマクロ撮影ではアナログ時計を一緒に写し込み(図 1: 矢印)、顕微鏡微速度撮影では各静止画に時刻を画像ソフトで同じ位置に書き込む(図 2: 矢印)ことによって時間軸の表示を行った。できあがったビデオクリップは、ハイビジョンから MPEG、Quick Time ムービー、Windows Media Video など様々なフォーマットで出力できる。

3 微速度撮影教材の開発

最初に教材化を目指したのは、ネムノキ科のオジギソウ(*Mimosa pudica*: 図 1)の動きを捉える微速度撮影教材である。オジギソウは葉などに触れると小葉が次々と閉じ、葉全体が下向きに垂れ下がる。この動きは数秒で起こるので植物の動きとしては大変インパクトが強いが、元の状態に戻るのに 30 分以上かかり、こちらの動きは生徒や学生に示すことが難しい。またオジギソウは就眠運動を行うため、夜間には葉が閉じて垂れ下がってしまう。筆者の所属する第二部は夜間開講のため、授業時には葉が閉じていて学生に実例を見せることが困難である。そこで筆者の担当する生物学 I の講義で植物の接触傾性の例としてオジギソウの葉の運動を取り上げた時に、今回作成したオジギソウの動きのリアルタイムビデオと微速度

撮影ビデオを見せた。また同時に 24 時間撮影した就眠運動の微速度撮影ビデオを示して、実物での演示ないし実験をしない理由を説明した。その時間の終わりに感想を求めたところ、受講生の大多数が、「オジギソウの動きが大変印象に残った」と回答し、さらに夜間の授業で実物を提示できない理由についても良く理解してくれた。



図1 オジギソウ

図2 イトマキヒトデ4細胞期胚

次に教材化を目指したのは、棘皮動物のイトマキヒトデ (*Asterina pectinifera*) の卵成熟と初期発生(図 2)である。1-Methyladenine(1-MA)によって卵母細胞が減数分裂を再開して成熟し、受精可能な卵になることが 1969 年に金谷晴夫博士らによって報告されて以来、イトマキヒトデは初期発生の研究や実習に大変使いやすい材料として知られている。筆者も 20 年以上実習に利用してきたが、卵成熟や初期発生の速度は比較的速いものの、それでも卵成熟に 20~30 分、受精から孵化までに 12 時間ばかりかかる。以前所属していた自然研究講座の生命科学専攻の学生が対象なら長時間の実習で観察させることも可能であったが、90 分と時間の限られている第二部の授業・実習では無理であり、当然小・中・高校の授業でも同様である。実際、筆者は堺市の小学校で 2 時限連続の 90 分を頂いて「イトマキヒトデの初期発生」という理科の特別授業を行っているが、それでも児童たちに時間差で受精させた各発生段階の胚などを観察してもらっただけで時間が足りないのが実情である。授業後のアンケート調査ではそれでも大変印象に残ったとの回答が多数寄せられたが、時間軸に沿ってイトマキヒトデ胚の形が変化していく様は把握してもらえなかったように思う。そこで今回、卵巣を 1-MA で処理して放卵が起こる様や、卵母細胞を 1-MA で処理して減数分裂が再開して卵核胞が消える様、成熟卵が受精して胞胚まで発生し、孵化する様を微速度撮影ビデオにまとめた。まだ授業では使っていないが、わかりやすい教材になったと考えている。

4 まとめと今後の展開

今回のプロジェクトではデジタルスチルカメラを用いた微速度撮影法を開発し、これまでにオジギソウの動きとイトマキヒトデの卵成熟および初期発生について高画質の静止画と微

速度撮影の動画を得ることができた。しかし、事業実施計画に挙げた様々な無脊椎動物の初期発生や植物の動き・成長については、まだ微速度撮影ビデオの撮影ができていない。これは材料入手上の問題やその生物の状態の問題の他、撮影機材が1セットしかないため、たまたま被写体を選んだ個体の不調や撮影方向のずれなどで、1課題の撮影に予想以上に時間がかかったからである。顕微鏡まで含めて複数の撮影機材を用意することは現実的ではないので、時間をかけて撮り貯めていくしか方法はないと考えられる。今後、各生物の入手状況と状態に応じて順次撮影を行いたいと考えている。

また、次の課題として、これまでにビデオとして撮り貯めた初期発生の微速度撮影データをデジタル化しなければならない。そしてこれらをHP上で利用可能な状態にするとともに、必要に応じてDVDなどで配布できるようにしたい。

今後の展開としては、二部卒論生とともに小・中・高の生物系教科書を解析し、微速度撮影ビデオクリップ教材に適した素材を探って教材開発を行い、微速度撮影して教材ビデオクリップを作成したいと考えている。そして、生物教材として利用できる様々な動画・静止画のライブラリを構築したいと考えている。

1 1. 目で見えない気象を測る測器の姿と目で見える気象の姿のデジタル化

自然研究講座 小西啓之

konishi@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

1 気象関係のデジタルコンテンツの作成

本課題は、中学校・理科や高等学校・地学 I の授業などに利用できる気象関係のデジタルコンテンツの充実を図ることである。これらの教科の学習指導要領には「地学的な事物・現象についての観察、実験を通して探求する」ことが求められている。しかし、「気象」という性質上、現象のスケールが大きいため教室内の実験で現象をすべて再現できるわけではないこと、現象を見せようとしても雨や風のように予測どおりに現れないことがあることなど、授業の中で期待している「気象」を体感させ観察させることは難しくなっている。そこで、画像などのデジタルコンテンツの助けを借りても現象のイメージを与え、理解を進めることが重要であると考え、「気象」の姿をできるだけ多く可視化し、自由に利用できるデジタルコンテンツを作成することにした。

2 「見えない気象」を測る測器と「見える気象」の姿

「気象」は、雲、雨などの目に見えるものだけでなく、気温、気圧、風など目に見えない大気状態の総称である。これらの姿を観察するためには、温度計、気圧計、風速計など様々な測器が必要である。また、近年は地球環境問題の関心の高まりとともに二酸化炭素濃度やオゾン量など空気中の成分の連続測定も各地で行われている。本課題の目的のひとつは、このような目に見えない気象の姿を、どのような測器がどのような原理で測定されているか、その実像を画像で示すことである。近年はインターネットを利用すれば地球上の様々な観測点の気温、気圧、雨量などの気象観測値を簡単に入手することが可能になり、観測方法や原理について特に意識せずに利用している場合も多いと考えられる。このコンテンツ中には、実際に用いられている観測器を示し、「測る」意味や気象に対して関心を高めたいと考えている。

目的の 2 つ目は、逆に目に見える様々な気象の姿の画像の展示である。虹、暈、彩雲などの光学現象、様々な雲形、雪結晶形などは、色彩や形状の美しさから目に留まることが時折あるが、これらの現象の画像を示し、空、雲、気象、地球環境への関心が高まることを期待している。

3 画像の具体例

これまで撮影したフィルム画像のデジタル化や本課題のために新たに撮影したデジタル画像を用いて、目で見えない気象を測る測器の姿の紹介（温度計、気圧計、雨量計、風向風速

計)と目で見える気象の姿の紹介(十種雲形、雲粒・氷晶、雪結晶、虹、暈、彩雲、幻日、光柱など)さらに雲の発達のアニメーション画像などを示すコンテンツを作成した。まだ、完成途上であるが、以下のようなホームページを作成した。今後コンテンツの内容を充実させていきたい。



参考URL:

http://web.nsc.osaka-kyoiku.ac.jp/nsystem/konishi/degital_hp/degital_kyozai.htm

4 まとめ

これらの画像の内容は、必ずしも学習指導要領の範囲内ではないが、様々な画像をさらに付け加えると、気象への関心を引く有益なコンテンツになると考えている。画像が充実すれば、様々な現象や実態について、百聞は一見にしかず、や百の書物より一つの画像と言われるように、自然の不思議さを示す「気象」への興味が増し、理解の手助けになると考えている。

1.2. デジタル教材「水紀行」

自然研究講座 広谷博史

hirotani@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

1 教材開発の背景

平成20年3月に告示された中学校学習指導要領の改善の基本方針には、「観察・実験や自然体験，科学的な体験を一層充実する」，「実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する（中略）環境教育の充実を図る」と示されており，改善の具体的事項には次のように記載されている[1]。

- ・ 科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から，生徒が目的意識をもって観察・実験を主体的に行うとともに，観察・実験の結果を考察し表現するなどの学習活動を一層重視する。（中略）観察・実験の結果を分析し，解釈するなどの科学的探求の能力の育成に留意する。
- ・ 理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせる観点から，実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する。また，持続可能な社会の構築が求められている状況に鑑み，環境教育の充実を図る方向で内容を見直す。

理科の授業においては観察が重要な意味を持つが，やみくもに生徒に試料を渡し観察をさせても，何をどう観察してよいのかわからず効果が上がらない場合が多い。観察行為においても，あらかじめ手本を示して観察のポイント教示しておく必要がある。そこで，この教材では，自然観察のポイントについて説明する資料の素材を提供する。バーチャルなデジタルコンテンツは実際の観察作業を代替するものであってはならない。実試料を観察する際の補助となり，学習体験をより効果的なものとなる期待を込めて，本コンテンツを提供する。

[1] 新しい学習指導要領（文部科学省） http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/

2 対象となる学年及び単元

水紀行は，中学校3年（第1分野，第2分野共通）「自然環境の保全と科学技術の利用」にて活用できる素材を提供する。この単元ではヒトが水，大気，土壌など自然の構成要素に依存して生命活動を営んでいることを理解することが重要で，また人間活動がそれら自然の

構成要素のつり合いに影響を与え環境の問題の原因となっていることを学ぶことが大切である。その際、河川や湖沼の水質を調査することは効果的であるが、発展的には水だけを対象とするのではなく、その周辺の自然環境ひいては社会制度からも影響をうけることにも触れておく必要があるだろう。

また、水質を観察する過程でその中に小さな生き物がいることに気がつくであろう。「水中の小さな生き物」は新しい指導要領にて小学校5年生に復活した。学校現場に残るプランクトンの映像はおそらく古く、現在配置が進んでいるハイビジョンテレビの規格に合ったものではないと思われる。そこで、当初計画にはなかったが、プランクトンのハイビジョン動画を授業の素材として提供する。

3 教材の活用方法

活用方法については、特に制限を設けるものではないし、個々の授業の切り口に沿って効果的に活用してもらうことを希望する。ただし、環境問題は公害問題とは異なり、善悪を決めることが困難である。また、身近な小さな努力を積み上げることが大事とばかり、「環境に優しい行為」という免罪符を作り出すことが環境学習の目的はどうてい思えない。ここに用意する素材は、授業で環境について考えるきっかけをなすことを想定している。特定の結論を想定したものではない。大きな視野に立った、地球人の育成に本教材が活かされることを望む。

4 今後の課題

まだ、コンテンツも充実しているとは言えず、利用に際しての解説も十分でないため、今後もこの教材の充実に努めたい。ハイビジョン映像については、ファイルサイズが大きいため、配信方法についてくふうを図りたい。

5 まとめ

水紀行は、中学校3年（第1分野、第2分野共通）「自然環境の保全と科学技術の利用」にて活用できる素材を提供する。

プランクトンのハイビジョン動画を授業の素材として提供する。

6 アドレス及びイメージ

<http://web.nsc.osaka-kyoiku.ac.jp/nsystem/hirotani/DigitalMaterials/>

デジタル教材「水紀行」 1/2 ページ

デジタル教材「水紀行」

「自然環境の保全と科学技術の利用」

中学校3年（第1分野、第2分野共通）

●ハツ場ダム
2009年に公共工事の是非で問題となったハツ場ダム建設予定地です。



(左) ニュースでよく見た作りかけの橋。この橋は中止にはなりません。
(中) ハツ場ダム完成の時にはダム底に沈む予定の温泉地。
(右) 旅館の準備は進んでいます。

●米田ウケラメント帯下水処理場
下水処理場は農業などで市民から嫌われます。そこで、処理場周辺に緑地帯を設け、自然を保全しています。



(左) 豊満する限り農業は見られない広さです。遠くにビルが見えます。
(中) ビーバーの作ったダムがありました。川を上手にせき止めています。
(右) 買れ地に人口溜地をつくる実験も行われていました。

●台湾高山湖(うきんとう)ダム
八田圓一という日本人技師が戦前に指揮をとって作ったダムです。



(左) 有名な八田圓一の像です。この像のエピソードについては、多く知られていません。
(中) 池に伸びる道の下のダムです。ダム湖は非常に大きなものです。
(右) 湖には農業用水と田舎が広がります。ダムの完成により。

●益田川ダム
環境への影響を最小限にしつつ、大水を止めるために作られた穴あきダムです。

<http://web.nsc.osaka-kyoiku.ac.jp/nsystem/hirotani/DigitalMaterials/> 2010/01/06

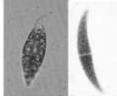
デジタル教材「水紀行」 2/2 ページ



(左) 下流から遠目に見ると普通のダムです。
(中) 上流から見ると、確かに中は塞ぎます。通常は、川はせき止められることなく、全量下流へと流れます。
(右) 積けた青い雪が、満水時の水位を示しています。

「水中の小さな生き物」

小学校5年理科



(左) ミドリムシ
(右) ミナゴザキモ
ミドリムシの動画(ハイビジョン47秒)153MB

動画では、ミドリムシが泳ぐ向きや体の動きに注目してください。プレハラの水の中を上下に移動するとき焦点がずれます。回転するだけのものもありますが、なぜかわかりますか。

<http://web.nsc.osaka-kyoiku.ac.jp/nsystem/hirotani/DigitalMaterials/> 2010/01/06