

「粘菌生活」

細胞性粘菌を素材とした教育用動画サイトの公開

農学生命科学部 応用生命工学科 細胞工学講座
畠山 幸紀 (hatakeya@cc.hirosaki-u.ac.jp)
大町 鉄雄 (tohmachi@cc.hirosaki-u.ac.jp)

細胞性粘菌のライフサイクルを顕微鏡VTRで撮影した動画を用いて解説したインターネットサイト「粘菌生活」を公開した。(2001年6月より)

<http://nature.cc.hirosaki-u.ac.jp/lab/2/celltech/nenkin/index.html>

本サイトは農学生命科学部公式ホームページ上にある「農学生命科学部データベース」

<http://nature.cc.hirosaki-u.ac.jp/db/index.html>

からもアクセスできる。インターネットで検索した限りでは、細胞性粘菌の動画（Quick Time Movie）を公開しているサイトは日本では初めてである。

はじめに

筆者の一人が中心となって製作した「細胞生命科学教育用画像データベース」（以下「画像データベース」）^(1,2)は、ウニやヒトデの発生、癌細胞の細胞分裂などの動画を教育用資料としてインターネット上で公開しているサイトである。（平成9年度総合情報処理センター研究開発経費による。）このサイトはインターネット検索サイトの「おすすめサイト」⁽³⁾やパソコン雑誌⁽⁴⁾に掲載されるなどの好評を得て、最近では1ヶ月あたりのアクセス数が600～1,000件、公開以来のアクセス累計が2万5千件を超えていた（2002年2月現在）。また、感想や問い合わせ、リンクの依頼などもメールや電話で数多く寄せられている。最近では検索サイト「goo」が運用する「ブロードバンドリンク」より掲載依頼が来ている。⁽⁵⁾しかし、最初の公開以来、ページの更新や映像の追加をほとんど行わないままでいた事は、ずっと気についていた。

今回、平成11年度同経費の配分を受けることができ、分子生物学や細胞生物学の研究材料として有名な「細胞性粘菌」を素材とする、動画をメインとした新しい教育用サイトを立ち上げることができた。（図1）本稿ではこのサイトの内容について報告し、さらに生命科学教育におけるインターネットの活用について考えを述べたい。

1. 粘菌とは？

粘菌とは一般にはなじみが少ないと思うが、南方熊楠（1867～1942）が採集・研究したことでも知られており、南方が収集した標本の一部は南方コレクションとして国立科学博物館に収蔵されている。今回、我々が紹介するのは、森林などで見られる粘菌類（変形菌）ではなく、実験室で研究材料として最も一般的に用いられているキイロタマホコリカビ（*Dictyostelium discoideum*）である。⁽⁶⁾

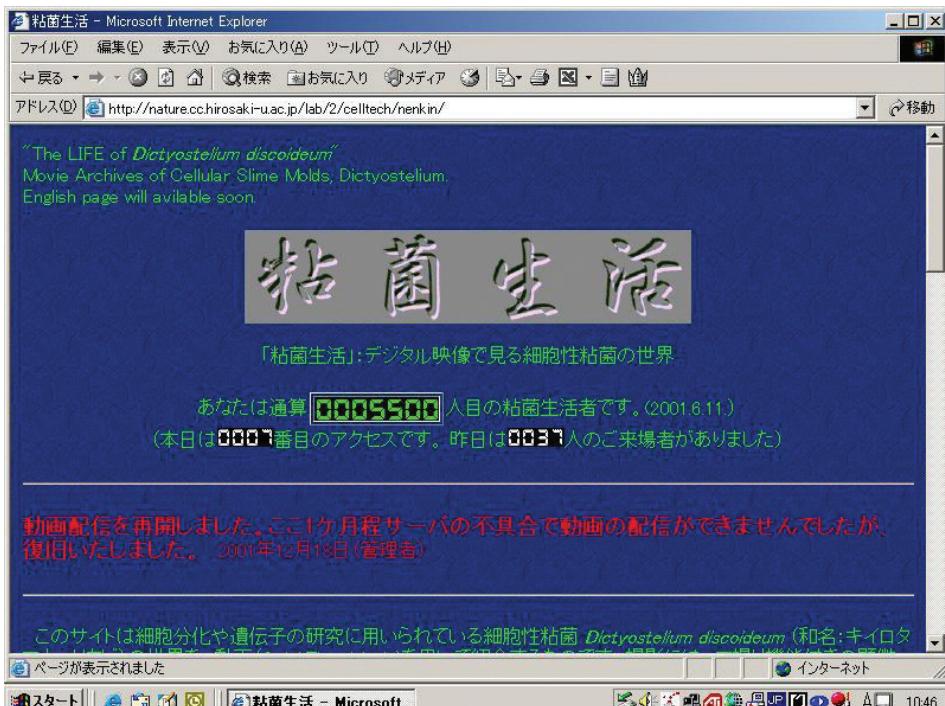


図1 「粘菌生活」トップページ

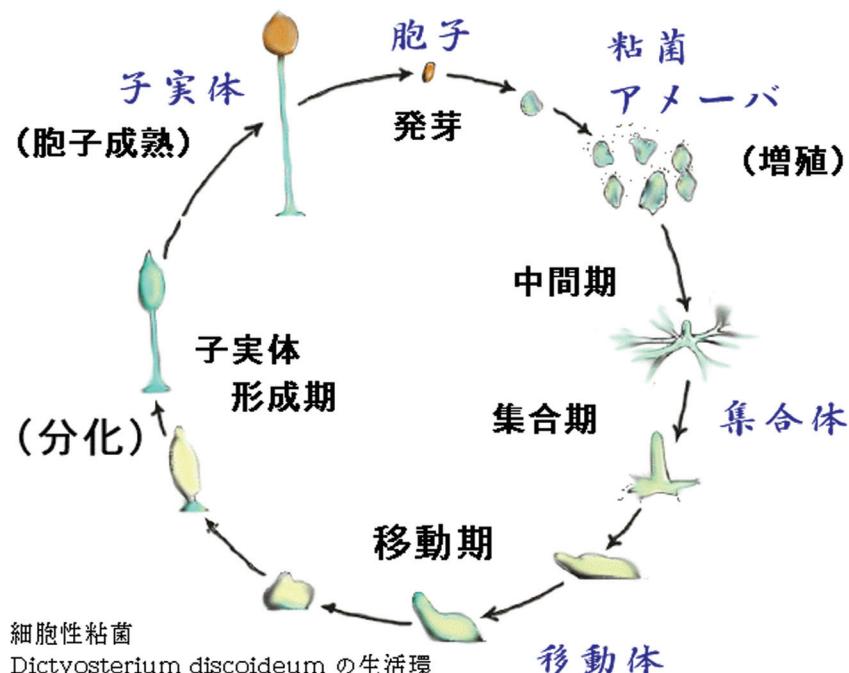


図2 細胞性粘菌のライフサイクル

細胞性粘菌の生活史（ライフサイクル）はユニークなもので、高校の生物の教科書でも取り上げられている。（図2）その特徴を以下に示す。

- (1) 単細胞生物と多細胞生物の2つの顔を持つ。
- (2) 栄養を取る方法は「エサ」を食べる。つまり、アメーバ状の細胞（粘菌アメーバ）が直接、栄養となるものを取り込む。脊椎動物の免疫系細胞の一つであるマクロファージのファゴサイトーシス（食作用）と類似している。（図3）
- (3) 粘菌アメーバが集合し偽変形体を作る。これは小さなナメクジ型で移動する。
- (4) 植物の特徴を持つ子実体が作られる。ナメクジの先端部から上に向かって柄が伸びてその先端に胞子が入った袋をつくる。胞子はカビやキノコの胞子と同じように環境変化に耐性である。そして、生育条件が整うと胞子は発芽して粘菌アメーバになる。（図4）

このような粘菌のライフサイクルを実験室で再現しコントロールする事が可能であることから、細胞性粘菌は発生や遺伝子の発現調節を研究する上で重要な生物になっている。^(7,8)

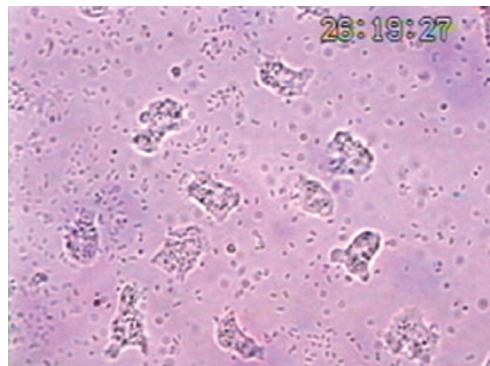


図3 バクテリアを食べる粘菌アメーバ

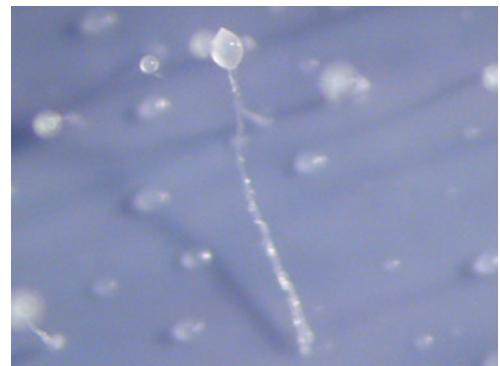


図4 子実体

2. 撮影および編集システム

コマ撮り機能付きの顕微鏡VTR撮影装置を用いて、粘菌アメーバから子実体の形成までを撮影した。子実体の形成までの撮影時間は1回あたり約24時間であるが、粘菌アメーバの大量培養に時間がかかるため、準備を含めると1回の撮影に約1週間かかる。顕微鏡VTR撮影システムは「粘菌生活」上でも解説しているが基本的に「画像データベース」と同じである。前回の研究開発報告にも書いてるので、詳しい説明は本稿では省略する。⁽¹⁾ 録画の設定（撮影インターバル時間、録画時間など）は撮影する対象の動き（変化の速度）や撮影倍率によって変える必要がある。今回の撮影では3～4分を約1秒に短縮している。つまり1分間の映像を記録するには3時間から4時間、撮影しなければならない。

撮影したVTRはメディアコンバータ（SONY DVMC-DV 2）を用いてデジタル変換し、Apple社製ビデオ編集ソフトiMovieで編集およびエンコーディングを行った。動画にはサウンドトラックを付けてある。ソフトウェアを用いて合成した効果音やヒトの声、オリジナル曲、バッハ（J.S. Bach）の曲をMIDIソフトを用いて編曲したもの、などを素材として使用している。パソコンを用いたビデオのノンリニア編集については三浦らのわかりやすい解説があるので、そちらを参考にして頂きたい。⁽⁹⁾



図5 ムービーインデックス

3. VODサーバーによる公開

「粘菌生活」のサイトでは19本のムービー（Quick Time Movie）をライフサイクルのステージごとに分類して公開している。また、動画インデックスとして、ファイルの一覧のページも用意した。（図5）動画ファイルは弘前大学でVOD（ビデオオンデマンド）コンテンツ用に用意された専用サーバーに置いてある。画像サイズは現在、240×180ピクセル、1種類のみである。しかし、公開した動画以外に、1秒あたりのフレーム数、さまざまな画像サイズ、エンコード方式（Sorenson Video, H.263, など）などを変えて出力し、ファイルサイズや画質の比較を行なっている。顕微鏡VTRの場合は解像度の関係で、大きな画像サイズになるとむしろ細部がぼやけて見難くなる場合があり、かならずしも大きな画像サイズが良いとは限らなかった。大きな画像サイズについてはさらにエンコードの条件を検討し、今後対応させていきたい。

配信プロトコルはファイルをダウンロードして行うHTTP方式である。RTSP方式のストリーミングも実験したが、長さ約20秒程度の動画の場合には、安定した再生を行うにはHTTP方式の方が良いように思われた。（受信環境にも影響されると思います。）RTSP方式では動画のファイルサイズはあまり問題にならないのであるが、ストリーミングに対応させるためにヒントトラックをムービーに追加すると、ファイルサイズが1割程度増加してしまうことも配慮しなければならない。また、Quick TimeムービーのサウンドトラックがMIDIトラックの場合、エンコード形式によってはMIDIに対応していないものがあるので、Quick Time Proでの書き出しの際には注意が必要である。

4. これから計画と教育用画像配信の意義

1つの作品の時間が1分を超える場合や、画像サイズを大きくした場合はRTSP方式の配信もあわせて行う必要があるであろう。現在、「粘菌生活」で公開している作品を1本にまとめたものや「画像データベース」のために新しい作品を編集中であるが、こちらは数分の長さになる予定なので、HTTPとRTSP方式の両方で配信する予定である。

WindowsユーザーからはQuick Time形式以外での動画配信の希望も寄せられている。MPEG形式などでの公開の必要性も考えている。

最近のデジタルビデオやパソコンの普及、ハードディスクの大容量化と低価格化によって、「画像データベース」公開当時はまだ目新しかったビデオのノンリニア編集が一般家庭でも可能になった。インターネットもブロードバンド時代をむかえ、これからのインターネットによる動画配信も今後さらに普及していく事は確実である。

教育面での利用を考えてみると、教育用ビデオは多数販売されているが、わずか10~15分程度の作品でも価格が数万円するなど、大部分は高価なものである。さらに個人利用、図書館による貸し出しなど、その利用形態によって使用料がさらに上乗せされる場合が普通である。また、著作権者以外がインターネットで公開する事も種々の条件をクリアしなければ困難である。しかし、販売メーカーによってはビデオオンデマンド方式での公開を行う際の料金を設定しているところもあり、今後のネット配信の増加が期待される。

弘前大学ではVOD（ビデオオンデマンド）コンテンツ用サーバーが設置され、また高速のギガビットネットワークも設置された。またVODシステム活用のための委員会も設置され、活動している。このように本学では動画配信・受信の環境は恵まれていると言えるので、学内のみの配信でも構ないので、積極的に利用すべきだと思う。前述のように、市販のビデオの利用は諸費用がかかるので、自分で製作したものが中心とならざるを得ない。今回の我々のように必要な部分だけを切り取り、数十秒から数分の作品として公開する方法であれば編集作業もそれほど大変なものではない。実験の記録や海外出張などで撮影したビデオを所有している方は、是非、教育用動画の公開に挑戦して欲しいと思う。

「画像データベース」や「粘菌生活」は高校生や一般の方を対象としているが、実際に寄せられたメールでも、このような教育用動画への期待は大きいものがある。今後、大学の役割の一つとして、インターネットを利用した教育活動への積極的な取り組みに対する期待が高まるであろう。

このようなインターネットを介した教育用素材は誰でも利用できるように、無償で提供することに意義があると考えている。大学が利益追求型になってしまえば、このような教育用サイトも課金登録制になってしまうのかもしれない。(もちろん、それに見合った充実した内容が必要であるが。)

「粘菌生活」は公開後9ヶ月でアクセス数5500回（約600回/月）を越えた。少ない予算で、研究・教育の合間にを行っているボランティアのような活動であるが、サイトにアクセスして利用してくれる人々がいる限り、続けていきたいと考えている。

5. お詫びと謝辞

諸般の事情によりサイトの公開が大変遅くなかった。農学生命科学部および理工学部校舎の新築・改修工事により実験室の度重なる移転が行なわれた事や、ビデオコントローラーの故障で修理に時間を要した事などがその理由である。実際に、工事期間中は振動やほこりで長時間の顕微鏡撮影ができる状態ではなかった。また、周辺機器を認識しなくなるなどパソコンの異常が起つたりしていた。(当時、現在の理工学部一号館に住んでいた人にはご理解いただけると思います。) 理由はともかく、公開の遅れにより御迷惑をおかけした事に関して、関係各位

にこの場を借りて深くお詫び申し上げます。

最後に、撮影で使用した実体顕微鏡を貸与していただいた石田幸子先生と吉田涉先生（農学生命科学部生物機能科学科）、ビデオ編集やサイトの公開にあたりさまざまな便宜を譲って頂いた総合情報処理センター職員の皆様に心から感謝致します。

6. 参考文献と関連サイト

- (1) 畠山幸紀、他。「顕微鏡VTR撮影装置による動画を中心とした細胞生命科学教育用画像データベースの公開」 HIROIN No.13, 42-48(1999)
- (2) 「細胞生命科学教育用画像データベース」
<http://sci.hirosaki-u.ac.jp/~bio1/celltech/dbhome.html>
- (3) Yahoo Japan「新着情報：今日のオススメ 2000年11月20日」
<http://www.yahoo.co.jp/new/>
- (4) インターネット・スタート「特集 2000年版ダウンロード大全」
2000年7月号 p.57 (株)毎日コミュニケーションズ
- (5) goo「ブロードバンドリンク」
<http://dir.goo.ne.jp/bb/science/L2101.html>
- (6) Lewis Wolpert, 他. PRINCIPLES OF DEVELOPMENT. p.196-200 (1998)
Oxford University Press
- (7) 前田みね子、前田靖男。「粘菌の生物学」 東京大学出版会(1978)
- (8) 大町鉄雄。「細胞性粘菌の胞子発芽と遺伝子発現」 化学と生物 28,75-78.(1990)
- (9) 三浦直樹、他。「VODコンテンツの製作・公開支援システムの開発」
HIROIN No. 16, 15-26 (2001)