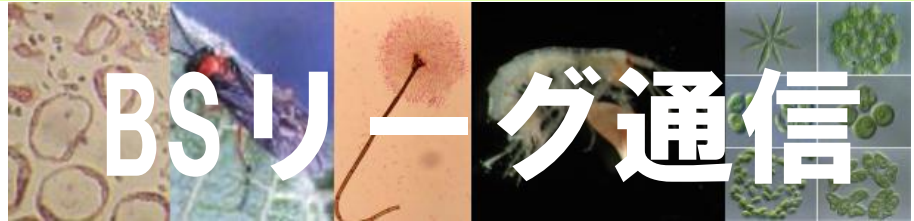


発行日2009.6.29

BSリーグ通信 第9号



## 国際生物学オリンピックまであとわずか！

いよいよ国際生物学オリンピックが始まります。オリンピックでは実験試験と理論試験が行われます。実験試験は4問各90分、理論試験は2問各150分！理論試験の出題分野は下記のようになっているそうです。試験問題はそれぞれの母国語に翻訳され、日本人選手は日本語で、ロシア人選手はロシア語で受験します。

出題分野	配分
細胞生物学（分子生物学, 生化学を含む）	20%
植物解剖学と生理学（種子植物に重点）	15%
動物解剖学と生理学（脊椎動物に重点）	20%
行動学	5%
遺伝学および進化	15%
生態学（生物圏とヒトを含む）	15%
生物系統学	10%

成績判定は実験試験と理論試験の総合評価です。成績の上位およそ10%以内の選手には金メダルが授与されます。また、成績の上位、10%から30%以内の選手には銀メダルが授与されます。銅メダルは成績の上位30%から60%の選手に授与されます。日本人選手初の金メダリストが出るかどうか楽しみですね！

科学者への道 p2

「ミトコンドリアミステリー」  
著者である林 純一先生にインタビュー！

海外科学教育事情 p4

アメリカの教育について、お聞きしました。

TA研究紹介 p6

ハテナって何？BSリーグTA  
が自分の研究を紹介します。

海岸の生物を観察するとき役に

立つ絵本たち p8

青木先生お勤めの海の生き物の  
絵本。今月のかがかくのともは必  
見ですよ！

## 折り鶴プレゼントへのご協力ありがとうございます

「国際生物学オリンピックに海外から参加する選手たちに折り鶴で作った首飾りをプレゼントしよう！」という呼びかけにこたえ、BSリーグ生のみなさんたちはたくさんの折り鶴を折ってくれています。

どうもありがとうございます！一般応募もしていて、全国各地の小中学生の皆さんからも折り鶴が届いています。折り鶴は7月6日（月）まで受け付けますので、どんどん送ってください。

選手の方へのメッセージも同時に受け付けています。送っていただいた折り鶴の数とメッセージはBSリーグのホームページに掲載しています。

<http://mirai.biol.tsukuba.ac.jp/crane.html>

6月26日（金）までに集まった折り鶴は1038羽！筑波大学では教職員や学生のみなさんも、時間があると鶴を折っています。日本ならではのプレゼントですので、きっと喜んでもらえるのではないかと思います。お渡しした時の様子などはBSリーグのHPなどで報告しますね！



## フィールド実習が行われます

みなさんの楽しみにしているフィールド実習が右のように決まりました。菅平高原実験センターでは第一期生と第二期生が初めて顔を合わせるようになりますね。どんな出会いがあるか、楽しみです。

### ■アドバンスドフィールド実習

7/27-30 下田臨海実験センター

8/16-19 菅平高原実験センター

### ■ジェネラルフィールド実習

8/16-19 菅平高原実験センター

## 科学者への道

科学者は子供のころどんな子供だったの？なにがきっかけで科学者になったの？……

科学者になるまでの道のりを先生たちに聞いてみましょう！

### ■子どものころはどんな子供でしたか？

函館で生まれ、小さいころから近くの空き地で主に年上のガキどもと野球ばかりしていました。試合をするとかではなく、空き地で暗くなるまで、投げて打って、っていう感じで。野球は一人じゃできないから遊んでくれる相手が必要で、遊んでもらうためには多少いやなヤツとも普段から良好な人間関係を築いておくことが重要であると、このとき自然に学びました。

中学校の入学と同時に、父の転勤のために札幌に引っ越しました。野球が好きだったから、中学では野球部に入ったけど、新入部員は球拾いという今思うと当然のルールがあって、それが嫌ですぐにやめました(笑)。部活をやめて、しかも引っ越したばかりで近所に遊んでくれる知り合いもなく、やることがないから仕方なく勉強を始めたら、今度は勉強が面白くなりました。

生き物が特に好きだった訳ではないけれど、定期試験の時に、クラスでたまたま自分だけが生物のテストで100点だったことがありました。その時に先生に褒められ、「オレは生物が得意なんだ」と勝手に思うようになりました。母が元々は小学校の教師だったこともあり、先生という職業の楽しさを聞いていました。母からの遺伝で自分も先生にむいていると思いこみ、将来は生物の先生になろうと思いだめたのもその頃です。

### ■大学・大学院時代

高校の勉強は受験勉強でつまらなかったけど、大学は自由で勉強も遊びもほんと楽しかった。大学では教師の免許をとりましたが、尊敬する先輩が大学院に進学したことや、もう少しこの自由を満喫したくて、すぐには就職せず大学院に行こうと思いました。そのための受験勉強は2-3ヶ月程度でしたが、自分の中の何かのスイッチが突然オンになった感じで、これまでの人生で一番気合いを入れて勉強したね。

大学院では、先輩や恩師の厳しい指導のもと、トロポミオシンという筋肉の収縮調節に関係するタンパク質の研究をしていました。あとは、アルバイトで女子高の生物教師をしたんだけど、若かったからね、キャーキャー言われて、楽しかったなあ(笑)。

大学院を終えた時、研究が本当に面白くなり、恩師や先輩から幾つかの研究所を紹介してもらいました。その中で当時設立されて間もない埼玉県立がんセンター研究所に運良く就職が決まりました。ただ、良い教師になれるという(根拠のない)自信はありましたが、良い研究者になれるという自信はまったくなく、この選択はギャンブルでした。

### ■研究所時代

就職が内定した埼玉県立がんセンター研究所に恩師とともに出かけ、そのとき、上司となる研究所長からは「君にはがんとミトコンドリアDNA (mtDNA) の関係についてやって

筑波大学生命環境学群  
細胞生物学分野 教授  
林 純一 先生

専門分野：分子細胞生物学  
研究テーマ：ヒト・ミトコンドリア遺伝子疾患の分子細胞生物学



もらう」といわれました。この訳の分からない研究テーマに失望しながら帰ったんだけど、そのことを察した恩師から「君を採用して良かったと上司に思わせる人間になれ」といわれ、胸が熱くなりました。

研究テーマに不満を抱きながら研究所生活がスタートしたけど、設立後間もない埼玉県立がんセンターが提供してくれた研究環境は素晴らしく、希望に燃えた若き同僚たちと夜遅くまで研究に没頭しました。当時大学に就職できた同期もいたけれど決して彼等を羨ましいとは思わなかったね。何とか研究者としてやっていけるという自信のようなものはその時の努力のおかげだと思う。しかしそれから10年後に「mtDNAの突然変異はがん化に関係しない」という明解なデータを出しちゃって、そのために「今後研究テーマを変えるか、研究所を辞めるかのどちらかにしろ」ということになりました。でもそれから間もなく、恩師のおかげで筑波大学に「脱出」することができました。

### ■科学者(研究者)になるには？

ノーベル賞学者や長寿の方々はその秘訣を語るケースがあるけど、彼等のまねをしてもダメだし、百人の研究者に研究者になるにはどうすれば良いのかと聞くと百通りの答えが返ってくると思う。大事なのは、自分が研究者に向いているかどうかの見極めで、向いていない人が研究者になったとしてもつらい毎日を送ることになるね。これは何も研究者に限ったことではないけど。

これまで多くの研究者との競争に負け続けてつくづく思うのは、自分には研究者として必要な才能の大部分に恵まれていなかったことだね。確かに上を見ればきりが無い。しかし努力でカバーするといっても限界があっただけ。だからといって親を恨んでも仕方ないんだけど、筑波大学に脱出できたおかげで今何とかやっているけど、本当は高校の教師になっていた方が良かったかもしれないって今でも時々思います。

自分が何にむいているのかは、世間で言われているステータスを重視するのではなく、自分の個性に合った道を探ることが大事だね。いろいろとやってみて、楽しく気持ちよくできる事を探す。一度、方向を決めても、自分が違うと思ったら方向転換すればいいんじゃないかな。あまり簡単に軸足がぶれるのも良くないけど、自分に向いている事、好きなことをみつけるのが一番だよ。



例えば、生物学類を卒業しても、料理が好きな人はシェフになるのもいいだろうし、絵を描くのが好きな人はそういう道に進めばいい。ただし、となりの芝生は緑に見えるので気をつける必要はあるけど。人それぞれが持っている得意な能力に本人が気がつくようにさせるのが教育の本当の役割かも知れないね。

#### ■先生が科学者として他の人に負けていない部分は？

実はほとんどすべて負け！研究所時代はこのストレスから逃れるため必死に研究しました。ただ、目のつけどころが多少人と違って「どうして、この論理の積み重ねの中で、そういう結論になるのか？みんなこうだっていうけどいやいや違うよ」って思うところがありましたね。物事を見る角度（切り口）というか、へそのつき方が他の人と違うんだよね。おかげで、日常生活では困りましたが、研究を進めるには、とてもよかった。研究者になるために必要な能力は「論理性」と「理解力」と「独創性」だと思う。人の論文を読んだ時に、その結果から何を言えるのかを推察できる「論理性」と「理解力」というのは大切だね。ただし、論文を読んだら、次に何をすればいいかというのは、みんなが考える。でもみんなと同じことしか考えられないと、大きいボには負ける。だから、みんなが見ていないところに目をつけるというのも大切なんですよ。

#### ■「論理性」と「理解力」と「独創性」は鍛えることができるか？

多少はね。他の多くの能力と同じようにこれらも大部分遺伝的に決まっているので教育によってこれらを鍛えるのは難しいと思う。これらの能力に恵まれているかどうかは、教育の中で個人個人が気がつくはずで、例えば、僕は小さい頃、生き物に興味はなかったけど、もし町田先生のような昆虫博士と出会って、昆虫ってこんなにすごいんだと言われたら、それに心を動かされたりしたかもしれない。だから、教育者は子どもの中に眠っている興味を引き出すことが大切だね。全員が同じことを面白いと思う必要はない。でも一人でも面白いと思えば、興味を引き出せば、教育としてはいいんじゃないかな。だから自分の中のこれらの能力（個性）をどうやって鍛えるかではなく、自分にはどのような能力（個性）に恵まれているかを見つけ、それを鍛えることが重要だと思う。

#### ■お勧めの本

すすめる本はありません。昔から、本を読むのは嫌いだった。相手の言いたいことをちゃんと正當に解釈できなくてね。小説を読んでも、「そうはならないだろう。なんでそうなるんだ」って思い始めてしまって、最後まで読み切れない。映画も演劇もすぐに熟睡しちゃう。自分には情報を発信する能力はあっても、外からの情報を受け取るシステムに決定的ともいえる遺伝的欠陥があることは自覚しています。これは研究者としても致命的欠陥ですね。でももう以前のように自分を何とか変えようとは思いません。大事な個性の一つとしてこの劣等感とは一生つきあうつもりです。

#### ■生物学のすすめ

高校までの理系のスターは数学であり、次に物理や化学が続きます。でも、受験ではなく研究の世界になると、理系のスターの座は一変して生物学になります。現在、自然科学の国際一流誌に掲載される論文のほとんどは、生物学関連の研究論文です。さらに、連日マスコミをにぎわわせている環境保全、遺伝子改変、クローン、再生医療など話題の中心も生物学であり、社会が生物学に寄せる期待はますます大きくなっています。しかも生命現象はあまりにも複雑で、それを探求する生物学は一握りの天才だけが行うことのできる研究分野ではないんです。多様な個性が集う裾野の広いフロンティアが広がっているんですよ。最近では多くの製薬会社、食品会社、化粧品会社などが長期的視野に立った上で、実用学問を学んだ即戦力となる学生の他に、生物学をじっくり学んで、科学研究の基盤をきちんと構築できた学生や大学院生を積極的に採用する傾向があります。

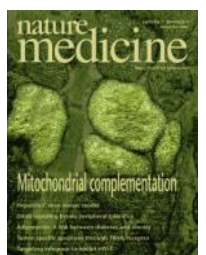
BSリーグ生の皆さんには、BSリーグの研究や実習を通して自分の得意分野に磨きをかけ生物学の素晴らしさにたくさん触れてほしいと思います。

#### ■研究内容

筑波大学に移ったおかげで卒業研究生や大学院生にリスクの高い研究も試すチャンスが多く発生した（笑）。そして世界で初めてmtDNAに病気の原因となる突然変異をもつマウス（ミトマウス）の作出に成功しました。このマウスはミトコンドリア病の受精卵遺伝子診断や遺伝子治療法の確立などの応用面で貢献できただけでなく、哺乳類のmtDNAは完全母性遺伝すること、ミトコンドリア間で物質交換がおこること、しかし組換えはおこらないことなど、基礎研究の領域にも貴重な知見を提供することができたと思います（「ミトコンドリア・ミステリー」参照）。

またごく最近私たちが提案した「がん転移ミトコンドリア原因説」は、mtDNAの何らかの突然変異は「がんの悪性化（転移）を誘発する」という仮説で、「正常細胞のがん化を誘発する」という「がんミトコンドリア原因説」とは根本的に異なります。つまりmtDNAの特殊な突然変異は、がん細胞の悪性化の原因にはなりうることで、そしてその場合は、抗酸化剤が転移抑制の治療薬として有効であることを突き止めました（Scienceの2008年4月4日の電子版参照）。30年前、埼玉県立がんセンターの上司から与えられた研究テーマが、長いブランクの末、今頃になってやっと完結しました。

今回の研究成果の鍵は、研究テーマの軸足がぶれなかったことです。もちろん軸足がぶれなければすべてがうまくいく訳でもないけれど、少なくともがん研究のしぼりから解放された後、しばらくたってから、強制ではなく自然な流れの中でがん研究の必要性を認識した上でがん研究を再開したことが大きなポイントであったように思いますね。



## 海外科学教育事情

アメリカの教育について詳しいジポーリン菜穂子さんにお聞きました！

### ■日本とアメリカの教育の違い

日本の教育にも良い所はいっぱいあると思います。特に知識を教え込むということでは、とてもレベルが高いように感じます。ただ生徒を「楽しませる」ということにかけては、やはりアメリカは一枚も二枚も上手です。アメリカの小学校に通っていた息子は、勉強は「遊ぶ」ことで、「サイエンス」の時間は、先生つきの外遊びの時間だと思っていたようです。（今でもまだそう考えているふしがあります。フランス語の活用の暗記など、「楽しくない」ものも勉強なんだとようやくわかってきたようでもあります。）

アメリカのサイエンスの授業は「身近なものを通して考える」工夫がなされています。家庭生活や、身のまわりのもので、これから習う単元の導入をします。例えば、アメリカのビルは看板の横に温度計が設置されているところも多く、そういうビルを素通りせずに、数字をチェックする。暖かい日には数字も多い数字になる（数値があがる）など。冬は水をはったボールを外に出しておくとか、料理を手伝わせて、カップに目盛りがついているねえ、とかです。

そのために、低学年の父兄には、理科と算数の家庭用ガイドブックが配られましたし、「科学する心（“scientific mind”）を育てる」という親向けの副教材もありました。我が家では、冬に水をはったボールを外に出しておくとか、野菜を食べずに放置しておくとうなるか、などをやりました。キャベツも真ん中から茎が伸びるんですね、おもしろかったです。

### ■科学おもちゃ&科学グッズ

アメリカは「科学おもちゃ」が、とても充実しています。20ドルも出せば、すばらしいものが手にはいります。息子は、人体シリーズが好きでした。これは解剖できたり、パーツをパズルのように組み立てたりすることができます。「キッチンサイエンス」セットや「おばけごっこ」セット（スライムを作ったり、煙がでてきたりというセットです）などもあります。

それからなんといってもおすすめは、宇宙船シリーズです。宇宙服とセットになっていて、うちの子も休みにはこの宇宙服を着て、宇宙飛行士になりきって、「調査用の」(笑)石を拾っていました。宇宙に関してはアメリカは、月に初めて人類が行った足跡を残した国なので、教材には事欠きません。博物館に行けば、本物のルナモジュール（月探査船）とか、本物の宇宙服がおいてあって、自由に触れます。恐竜（ダイナソー）に関するグッズも多いです。



恐竜の骨格セットはパズルとして売られていて、大きいものでは子供の背丈ほどありました。これは各家庭にひとつはある、という感じで、身近な遊び道具でした。博物館にはスー（おばあさんのティラノサウルスの化石です。）が



いて、本物にはさわれませんが、レプリカをさわれるようになっています。日本で博物館の「恐竜の体のしくみを知ろう」という講座に参加しましたが、学芸員さんが、このパズルをみんなの前で組み立て、私たちはそれを見ている、というものでした。私はパズルは楽しく皆で遊ぶものだと思っていたので、残念に思いました。

### ■学校のクラスについて

アメリカの学校では、教室で子供たちが席に坐り机に向かった状態というのは、あまり見ませんでした。授業も「教える」前に、とりあえず外に出て何かをする、とりあえず物にさわるとりあえず何かを見せる（実物でもビデオでも）ということが行われます。こういう授業が成り立つのは、少人数制ということも大きいですね。アメリカのクラスは低学年では10人前後で、高学年でも、15人前後でした。

アメリカでは、学科ごとに学年を飛び越えるエンリッチメント・プログラムが増えています。実際の学年は5年生でも、数学は4年生、理科は7年生とかになったりするので。息子の通っていた学校では、科目の中のさらに单元ごとの飛び越しプログラムもありました。息子が興味を持っていた「人体」では、きっと上の学年だね、と話して楽しみにしていました。

### ■正解を教えない

息子が小学校に入学してすぐに、「使い古しのお父さんやお母さんのソックスを持ってくるように」と言われました。どうしたかということ、それを靴の上から履いて、学校の隣にある植物園を歩きまわりました。これだけでも、もう子供たちはワクワクですね。学校に戻った後、靴下を脱ぐ前に、どうなってると思う？と先生は聞いてから靴下をチェックさせたそうです。すると、出てくるわ、出てくるわ、泥や、小さなムシや葉っぱや、得体の知れないものなど、子供たちにとっては、宝を掘り起こしたかのようになりました。子供たちは「靴の底の知らない世界」のいろいろなことに気づきますが、「ヘエ〜」のまま、先生はなにか理屈を導きだすでもなく、終わっていました。私はボランティアとしてこの授業に参加していましたが、「日本だと、なにかしら、「教訓」を言わずにはいられないなあ」と思ったので、印象に残っています。



これは、子供の創造性の芽を摘まずにしよう、ということだと思います。「正解はこれ」のように教えられてしまうと、違うことを考えた子はがっかりです。また正解だからといって、いいわけでもありませんよね。子供は正解であったことがうれしい、と勘違いしてしまって、知らない世界を発見した喜びを忘れてしまいます。

ボランティアをしたときも、「ぜったい答えを教えてはいけない。木の葉などの名前がわかって、聞かれるまでは自分からは言っちゃいけない」と言われていました。そのかわりに、「こんなものがあるね、見て、おもしろいね」と言うのです。また、何かを見せられたら、たとえゴミだとわかっていても、思っても、「へえ～、おもしろいね、どこで見つけたの?」とか一応、反応してあげてほしい、ということでした。低学年のころは落ち葉やどんぐり拾いもよくありました。拾った落ち葉やどんぐりは、アート・アンド・クラフトの材料として使います。毎週、毎週、どんぐりや小枝や石を使った絵や工作を家に持って帰ってきました。アート・アンド・クラフトは図工の時間ということでなく、サイエンスの時間のプロジェクトととなっていました。

#### ■考え方を身につける

子どもをアメリカの現地校に通わせていらした日本人のお母さんは、「アメリカは、先生がちゃんと教えてくれない。日本での受験の際に困る」と文句をおっしゃっていました。

でもこれは、違うと思うのです。大人から式と答えのセットを教えてもらうよりも、遠回りのようですけど、どう考えるか、どうしたら式をたてられるか、どうしたら答えがでるか以前に、どのような答えを出したらよいか、という基礎的な考える力をつけてもらうほうが、あとあとのことを考えると、絶対本人のためだと思うのです。

アメリカでも高学年になると教えなくてはいけない事柄もでてくるので、それに関してはきちんと指導するようです。アメリカの現地校に通う姪や甥、インターナショナルスクールに通っている息子の話を聞くと、サイエンスのクラスでは、教わるときには、「こうだ」という言い方ではなく、「今の考え方ではこういうことになっている」と教わるそうです。中には、「教科書ではこう書かれているけれど、最先端では、もうすでにこの考え方が否定されているくらいかもしれない」というような先生もいらっしゃるそうですよ。姪は、かっいいい、やってやろう、知りたいって気持ちになると言っていました。

#### ■アメリカの教育の欠点は？

アメリカでは、本人の興味あることを自分で研究するクラスもあります。自分でプロジェクトをすすめていってもよいのだそうです。(BSリーグみたいですね)このように好きなことはどんどん学ぶことができる仕組みになっているのですが、逆にあまり好きでないことは、知らないままです。姪などの話を聞いていると、知らないことは、本当に知らないんだなあ、と驚かされることもありました。とはいえ、アメリカの学生は、暗記などに知的エネルギーを使っていない分弊しておらず、考える力にパワーがあるように思います。

ただし、アメリカの教育に関しては、「安かろう、悪かろう」だと言えます。優秀校ほど、学費が高く、いわゆるパティスクールになればなるほど、学費が手頃になってきます。ハーバード、イエールくらいになれば、日本の私学の3倍くらいかかります。

州立大学でも一流州立大の学費は高いです。それに州外からだ、さらに割高になります。ですから、持てる者の子は優秀な大学を卒業し、持たざる者の子は、いつまでも持たざるままになってしまうのですね。

#### 私立学校授業料一例

Grades 9-12 \$25,400

Grades 5-8 \$22,475

Grades 2-4 \$19,400

Grade 1 \$18,075

Kindergarten \$17,450

Pre-kindergarten \$16,600

Preschool \$12,000

(Friends' Central School tuition)

#### ■お勧めグッズ等

【絵本】インターナショナルスクールでは、安野光雅さんの『さかさま』という絵本が、推薦されていました。ほかに、地球上での命のつながりという観点からデブラ・フレイジャーの『あなたが生まれた日』などです。

【子供向けの本】欧米では科学に関する市販の本やビデオも、充実しています。うちは図書館から借りてきて、Dorling Kindersley社の科学ビデオをとかえひっかえ見ていました。今もネットで取り寄せたりしています。<http://us.dk.com/> 図鑑は日本のものもすばらしいですが、アメリカ



では、飛び出す絵本だったり、ストーリー性があったり、ウラ話笑い話満載、というものが多くのように思います。

<http://www.franklinwatts.co.uk/>

【保護者向けの本】今はGMやクライスラーなど経済の立て直しに忙しいですが、オバマさんは、環境教育にも予算をしっかりと組んでいて、それに関する法案もいくつか通すつもりらしいです。環境/自然に目を向けようということですから、ますます自然科学教育も重要視されてくるようです。というわけで、リチャード・ループなどが盛んに読まれています。Last Child in the Woodは『あなたの子供には自然が足りない』という邦題で、出版されています。

それから、オバマさんの科学教育のチームはDavid Sobelなども重用しているようです。彼の書いたBeyond Eco-phobiaは、「足もとの自然から始めよう」として翻訳ができています。

【博物館】ティラノサウルス「スー」がいるのは、シカゴのダウンタウンにある「The Field Museumフィールド博物館」です。この博物館の「驚異の地下世界」は必見です。自分の体がペニー硬貨くらいにまで小さくなる装置



を通して、地下世界にたどり着きます。つまり、地下の生き物が、私たちの体くらいあり、実際にさわったり、上に乗ってみたりすることができます。

## TA研究紹介

BSリーグのTAをしている大学院生はどんな研究をしているのでしょうか？ どうして生物学の研究を始めたのでしょうか？ 第一回目は山口晴代さんに紹介してもらいました。

### ■ 大学・大学院で生物学を専攻しようと思った理由

日本のいくつかの場所で、黄色い絵の具をこぼしたかのように水たまりの表面全体をおおう藻類が見られます。これは、ヒカリモという藻類によるものです。私は高校1年生のときにヒカリモの研究を始めました。この藻類は2本の鞭毛を使って水中を泳いだりもしますが、一番の特徴は水たまり一面にブルーム



ヒカリモが水面に生息している様子

（大量発生）を形成することです。私は、この藻類がどのような条件のときにブルームを形成するのかについて調べました。

ヒカリモは高校から2 kmくらい離れた場所にほぼ1年中生息していたので、定期的に観察をしに行きました。実験に使うときは、その場所から採集をして高校まで持ち帰りました。実験は高校の生物部で行っていたので、朝に実験を始めたなら休み時間ごとにデータを取りに行ったりするなどして、1年半くらいでたくさんのデータを集めて研究をまとめました。この研究を日本学生科学賞に応募したところ、文部大臣賞をいただくことができ、その当時日本からの出場枠が3つしかなかったアメリカのInternational Science and Engineering Fair（国際学生科学フェア）にも出場しました。これらの研究や研究発表を通して、自分が立てた仮説が実験によって証明されていく快感や、他の人に自分の研究のおもしろさを伝える事の喜びを知り、生物学をもっと学んでみたいとなりました。筑波大学生物学類にはAC入試で入学し、学類生のときから現在までずっと、藻類の系統分類で有名な井上勲教授のもとで研究をしています。

### ■ 現在、どのような生物を研究しているか？

渦鞭毛藻や繊毛虫などいくつかの単細胞生物を研究対象にしていますが、今回は*Hatena arenicola*（ハテナ・アレニコラ、以下、ハテナ）という単細胞生物について紹介します。この生物は井上勲教授と研究室の先輩である岡本典子さん（現ブリティッシュコロンビア大）が最近になって発見した新種の生物で、*Hatena*は不思議に思ったときに使う日本語の「はてな」をラテン語化したもの、*arenicola*はラテン語で砂浜にすむという意味です。



山口晴代

筑波大学大学院 生命環境科学研究科 博士後期課程 構造生物科学専攻2年次

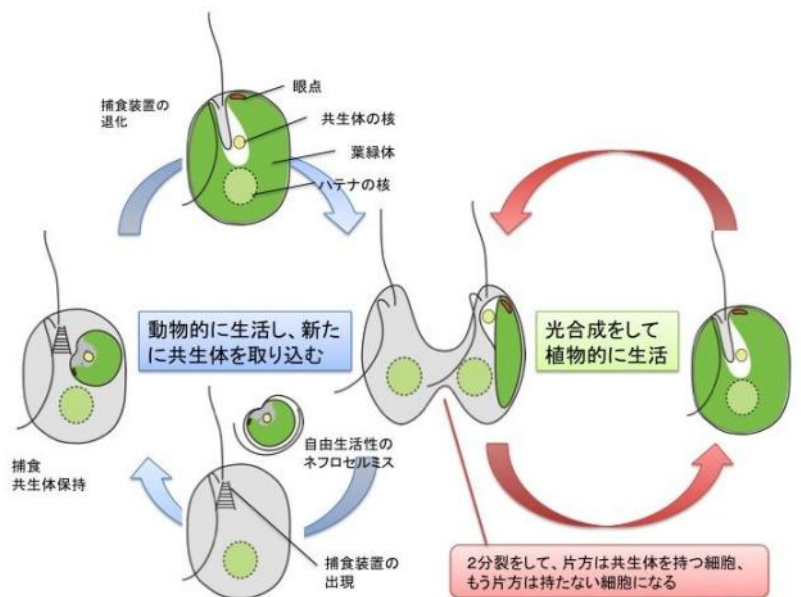
専門分野：植物系統分類学

研究テーマ：単細胞生物*Hatena arenicola*の共生体となった藻類の起源を探る

### ■ ハテナの何がおもしろいのか？

ハテナは植物進化の謎に迫る上でとても重要な現象を示します。単細胞生物は主に2分裂によって増殖します。このとき、普通、葉緑体などの細胞小器官は2つの娘細胞に均等に分配されますが、ハテナでは片方の娘細胞にだけ共生体（葉緑体）が分配されます。

その後、共生体を持たない細胞は新たに共生体を再度取り込むといった動物的な生活をし、一方で共生体を持つ細胞は光合成をして植物的な生活をします。この現象は何を示しているのでしょうか？



ハテナの推定される生活環  
(Okamoto and Inouye 2005の原図をもとに改変)

ハテナの光学顕微鏡写真  
(Okamoto and Inouye 2006)  
やじりで示した部分は眼点。Nは核。  
スケールバーは10 μm



植物は大昔に、捕食性の真核生物（宿主）にシアノバクテリアが細胞内共生することで誕生したと考えられています。

細胞内共生によりシアノバクテリアが細胞内に維持されるためには、宿主がシアノバクテリアの遺伝子を略奪して、シアノバクテリアを奴隷化する必要があります。例えば、分裂に関わる遺伝子をシアノバクテリアの自由にさせておいたら、宿主の細胞の中でシアノバクテリアが増えすぎて細胞が破裂してしまいます。それを防ぐために、細胞はシアノバクテリアの遺伝子を奪って、分裂をコントロールするのです。

ハテナは細胞分裂のときに、片方の娘細胞にのみ一次共生によって誕生した藻類（共生体）を受け継ぐので、宿主と共生体の細胞分裂が同調する前のまさに二次共生に至る中間段階を示していると言えます。

最初の植物が誕生したのは大昔のことです。私たちはその時代にタイムスリップしてどのように細胞内共生が成立したのかを見に行くことはできません。では、どうしたらいいのでしょうか？ハテナのように現在進行中で葉緑体を獲得しようとしている生物を研究すればいいのです。

■ 現在はハテナのどのような研究をしているのか？

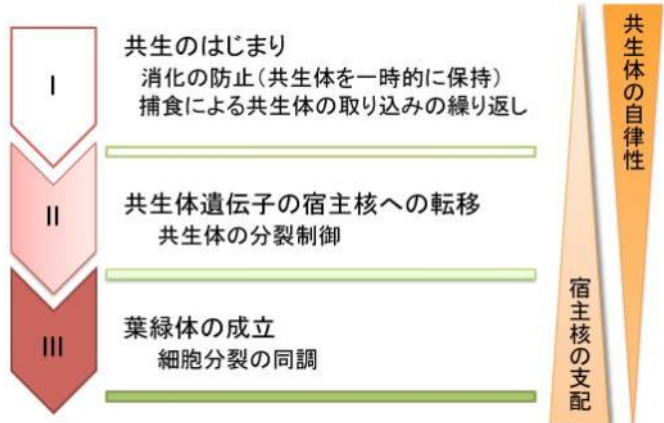
ハテナは細胞内共生がどのように起こったかを知るための素晴らしい研究材料です。しかし、今はハテナを実験室で長期間飼うことができません。ハテナのDNAの一部を調べた結果から、共生体となった藻類は緑色植物のネフロセルミス属藻類であることまでわかっていますが、いくつかのネフロセルミスを与えても、ハテナはそれらを取り込まずに死んでしまいました。ハテナはどんなネフロセルミスでも共生体のできる訳ではなく、ある特定のネフロセルミスのみを共生体として受け入れるようなのです。そこで、私はハテナの共生体を探すことにしました。

左ページの「ハテナの推定される生活環」を見て分かる通り、ハテナは自由生活性の藻類を新たに取り込む必要があります。つまり、ハテナの共生体となった藻類はハテナと同じ場所にすんでいるはずで、そこで、私はハテナが採れる和歌山県の砂浜に毎月行って、ネフロセルミスを探集しています。採集したサンプルを大学に持って帰ってきて、光学顕微鏡で採ってきた水を見て、何十種類もいる藻類や原生動物の中からネフロセルミスの細胞だけを水から分離していきます。ネフロセルミスの大きさは6ミクロンくらいですから、光学顕微鏡だけではいくつも採れたネフロセルミス間の違いを見分けることはできません。そこで私は各々のネフロセルミス電子顕微鏡で観察したり、DNAの塩基配列の違いを調べていきました。その結果、ハテナと同じ場所にいくつものネフロセルミスが生息していることがわかり、その中でもある特定の系統群に含まれるネフロセルミスがハテナの共生体になった可能性があることがわかりました。

夢のまた夢かも知れませんが、ハテナを飼うことができるようになったらハテナの全ゲノムを解読してみたいと考えています。ゲノムを解読してどのような遺伝子がハテナに移っているのか、いないのかを調べ、何が原因で片方にしか共生体を受け継ぐことができないのか等、細胞内共生のメカニズムについて研究したいと思っています。

■ 最後に

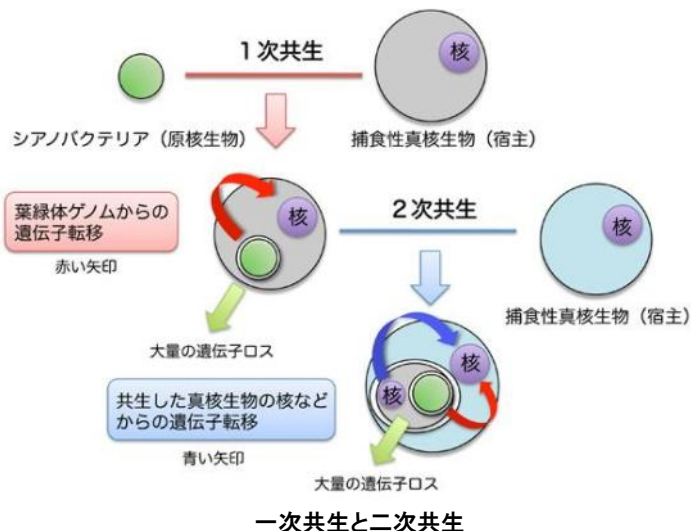
私は、BSリーグ第二期生のTAをすることになりました。TAをやってまだ1ヶ月ですが、日々、BSリーグ生の研究に対するやる気や研究のオリジナリティに驚かされています。私もBSリーグ生の研究をサポートしながら、自分の研究も一生懸命やってBSリーグ生に負けずに頑張りたいと思います。TAの大学院生は自分のライバルだ！くらいに思ってくると頼もしいです。これからよろしくお願ひします。



細胞内共生による葉緑体成立過程（推定）

細胞内に取り込まれたシアノバクテリアは最初は餌として見なされ、すぐに消化されていたでしょう。しかし、ある時からシアノバクテリアは宿主からの消化を免れ、細胞内に一時的に保持されるようになり、少しずつシアノバクテリアの遺伝子が宿主のゲノムに転移したと考えられます。その後、シアノバクテリアの分裂に関する遺伝子も宿主のゲノムに転移し、宿主と細胞分裂が完全に同調することでシアノバクテリアが宿主細胞内に恒久的に維持されるようになり、ここではじめて葉緑体が成立したということが出来ます。つまり、葉緑体になるまでには、餌から共生体へ、共生体から葉緑体へと段階的に宿主との共生の強さが変わっていくのです。

細胞内共生は真核生物の複数の系統で起きています。先ほど説明したシアノバクテリアが真核生物に取り込まれて葉緑体になったことを一次共生と呼びます。一次共生によって誕生した植物は、さらに別の捕食性真核生物に共生しました。これを二次共生と呼びます。



## 海岸の生物を観察するとき役立つ絵本たち

下田臨海実験センター 青木優和

夏休みが近づいて来ました。海水浴などで海に出かける皆さんも多いのではないのでしょうか。海に出かける時には、ただ砂浜で海水浴をするだけではなく、近くの河口干潟や磯などまで少し足をのぼして、海の生き物の観察をしてみると楽しいですよ！宿題の自由研究のテーマを見つけることもできるかもしれません。ただ、いきなり出かけて海の生き物を観察してみようと思っても、どこをどんなふうに見たらいいのか分からないことが多いものです。それに、何か面白い生き物を見つけた時に、それが何なのか見当もつかないと困ってしまうことにもなります。海での遊びが楽しくなるように、ちょっとだけ『予習』をしてゆくとよいのです。

ここでは、そんな事前の勉強に役に立つ絵本を紹介します。生き物の観察を行なう時に、図鑑などで名前を覚え込んでゆくのもひとつの方法ですが、どんな場所にどんな生き物がいるのか、そのような『見当（けんとう）』の付け方を学んでゆくのも楽しいと思います。そこで、ここでは図鑑から一步踏み込んで生き物の暮らし方や観察の仕方について分かりやすく描かれた絵本たちを紹介してみたいと思います。



(1) うみのいきもの かいかたそでたかた (文：浅井ミノル、絵：浅井柔男) 岩崎書店  
この本ではつかまえ方や飼い方、動物群ごとの特徴などが細かく分かりやすく書かれています。とくに全体に物語はないので、開いたところを読んで楽しむことができます。どんな動物グループがどんな生態をもっているかを学ぶことができます。

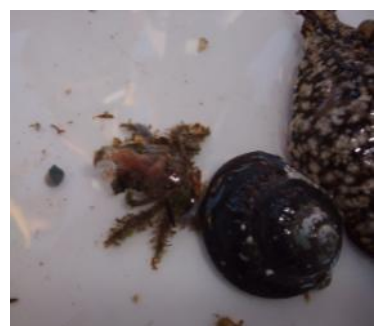
(2) 海べの一日 (干潟と磯の生物図鑑) (作：夏目義一) 岩崎書店  
お父さんと2人の子供たちが朝から夕方にかけて干潟から砂浜そして磯へと順番にめぐりながら観察してゆきます。潮が満ちてゆく様子も知ることができます。まるで一緒に海岸を歩いているような臨場感があって、海に出かけるシミュレーションには最適です。

(3) 海辺のすかん (作：松岡達英) 福音館  
これはすみ場所ごとの生きものの図鑑や採集法の紹介などが主なのですが、お父さんと子供が海辺でキャンプしながら観察や採集を行なうというお話も入っているので、物語的に読むことも図鑑的に使うこともできて、一粒で二度おいしい感じの絵本です。

(4) 飼ってみよう！海べの生きもの(1)～(3) (文・写真：松久保晃) 偕成社  
素晴らしい写真と文章で構成されたシリーズで、採集と観察編、磯編、砂浜・干潟編から成っています。それぞれの生物についての解説が写真によって詳細に行なわれており、気の向くままに開いたところを読むだけでもとても勉強になり、読み込めば海岸動物博士になれそうです。

(5) 海辺の生物観察図鑑 (写真・文：阿部正之) 誠文堂新光社  
昨年出たばかりの本で、絵本ではなく図鑑的なフィールドガイドなのですが、すみ場所別に動物ばかりか海藻まで紹介されていて、観察法や採集法の解説もあるため、海にもって出かけるのには最適です。途中に紹介されているいろいろな基礎知識のところは往路の乗り物の中で読んでもよいかもしれません。

(6) 月刊かがくのとも2009年8月号 しおだまり～さわってごらん いそのいきもの (文：澤口たまみ、絵：三輪一雄) 福音館  
7月1日に店頭に並び予定の5-6歳児を対象とした絵本です。色使いがすばらしく、磯の潮だまりの素晴らしさがキラキラと胸に伝わってきます。小さな子供たちを磯へと誘う本です。余談ですが、折り込み付録の小冊子である『絵本のたのしみ』には私のさし絵入り文章も載っていますよ！



下田でも海の生き物の観察をしましたね

### 筑波大学生物学類 未来の科学者養成講座

〒305-8572 つくば市天王台1-1-1 筑波大学生物学類長室内 BSリーグ事務局

電話029(853)4553 FAX029(853)6300

Email: bsl@biol.tsukuba.ac.jp <http://mirai.biol.tsukuba.ac.jp/>

BSリーグ通信 編集 尾嶋 好美 (BSリーグ支援員)