

Title	ホヤ研究で生物の発生と進化を明らかにする：新しい実験法や技術を駆使して進む
Sub Title	
Author	池田, 亜希子(Ikeda, Akiko)
Publisher	慶應義塾大学工学部
Publication year	2013
Jtitle	新版 窮理図解 No.14 (2013. 10) ,p.2- 3
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	研究紹介
Genre	Article
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001002-00000014-0002">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001002-00000014-0002</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

# ホヤ研究で生物の発生と進化を明らかにする

新しい実験法や技術を駆使して進む

生物研究では、「何を研究対象に選ぶか」によって、得られる成果が大きく変わってくる。生命情報学科の堀田耕司専任講師は、大学院生の頃に「ホヤ」という海洋生物に出会い研究を続けている。尽きることのないホヤへの興味と最新のホヤ研究について聞いた。

## ヒトの親戚と言われる「ホヤ」

「ホヤ」という海洋生物を知っているだろうか。運河やヨットハーバーなど流れが緩やかな海に生息し、種類によっては養殖されて食べられたりもしている。岩場などに固着している様子はまるで植物のようだが、心臓を持ちプランクトンを捕食するれっきとした動物である。

堀田さんはホヤという動物の印象を、「植物に憧れを抱いているのだと思います」と話す。その理由は、卵からかえったばかりのホヤの幼生は、オタマジャクシのような形をしていて、尾を振りながら海の中を泳ぎ回するのに、成長して成体になると尾もそれを動かすための筋肉も失い、あえて動かない生き方を選択するからだ。ほかにセルロースを生産できるという点でも植物に近い。

「ホヤは個性的な特徴を持った面白い動物ですが、実は、進化の過程をたどるとヒトを含む脊椎動物の親戚筋に当たります。ホヤの幼生は尾を形成する際に、体の中に「脊索」をつくって体長を前後に伸ばす。ヒトにもこの脊索がある（やがて脊椎に置き換わる）ことから、ホヤとヒトは生物学的に親戚関係にあるとされている。そのため、ホヤとヒトの発生過程（卵から基本的な体が構築されるまで）の共通点を見つければ、生物のもっとも原始的な構造（体制）がわかると考えられており、ホヤをモデルに用いた発生の研究が行われている。また、「個体発生は系統発生を繰り返す」と言われ

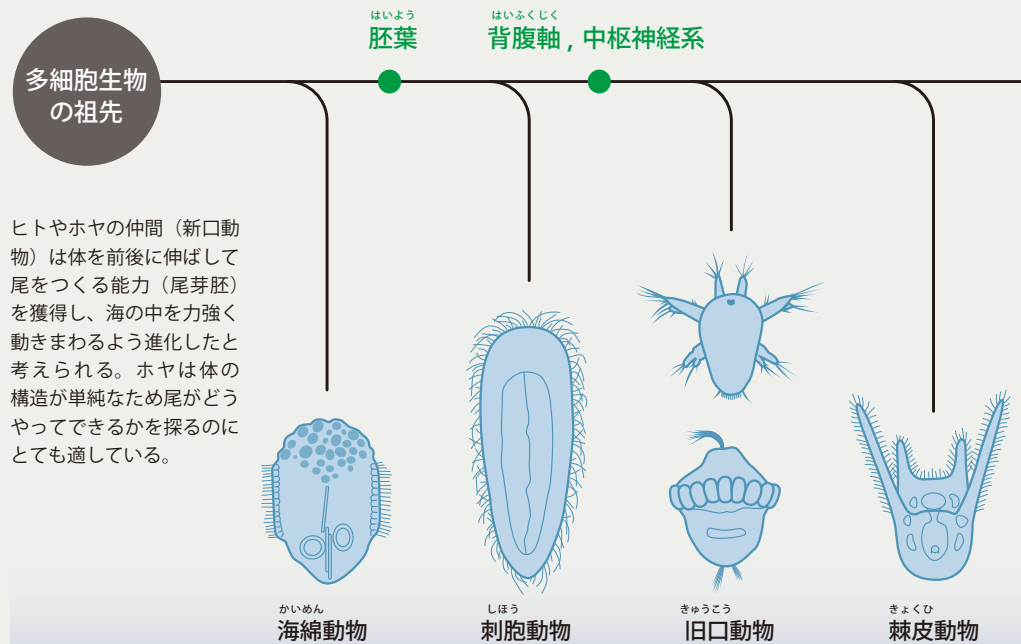
るように、ある動物の発生過程は、その動物の進化の過程をたどっているようにみえることから、発生研究は進化の解明にもつながる。

## どうして尾が伸びるのか

「尾を持つことで、ホヤの幼生はそれまでの繊毛によってゆらゆらと漂う動物とは違い、圧倒的な推進力をもつようになりました。また、同時に出現した中枢神経系により、自らの意思で移動できるようになりました。どうしてホヤの尾が

この形になるのか。私の興味は今ここに移ってきています」と堀田さん。カタユウレイボヤの幼生の模型を手に、尾は脊索や神経、筋肉などの器官から構成された複雑な構造体で、各器官がバランスよく伸びないと正常な形にならないのだと説明する。

堀田さんはホヤ研究を始めて15年、その時々の実験手法を駆使してホヤの発生や進化を研究してきた。そんな堀田さんが目指す「尾の研究」とは、単に「伸びるときに働く遺伝子を突き止める」ことではない。遺伝子が働いて、尾が伸び完全な形になるまでにいったいどのような細胞のふるまいが必要なのか、その一部始終を解明することだと言う。「尾の先端にどのような力がかかっているのか、物質がどのように流れているのかを知る



繊毛または繊毛帯で泳ぐ幼生

必要があるので、物理学的な研究手法やモデル化といった手法を取り入れなくてはなりません。そのためには、多くの人たちの協力が必要です」と話し、他大学の研究者たちとともにホヤの尾にかかる力を測る方法を探ったり、計算機科学の研究者と尾の形成過程をシミュレーションするためのプログラム開発に取り組むつつある。

### 神経はどのように形成されるのか

堀田さんは、ホヤの神経ができる過程にも注目している。ホヤの神経管は、シート状に並ぶ細胞が変化して管状になったものだ。この神経管の一端が大きくなって脳になり、もう一端が脊髄になる。こうして光を感じ、尾の動きをコントロールする神経系ができる。堀田さんは、ホヤの神経細胞を蛍光で光らせ、シート状の細胞が管状になる様子をとらえることに成功しており、今後はより詳細な研究を行いたいと考えている。

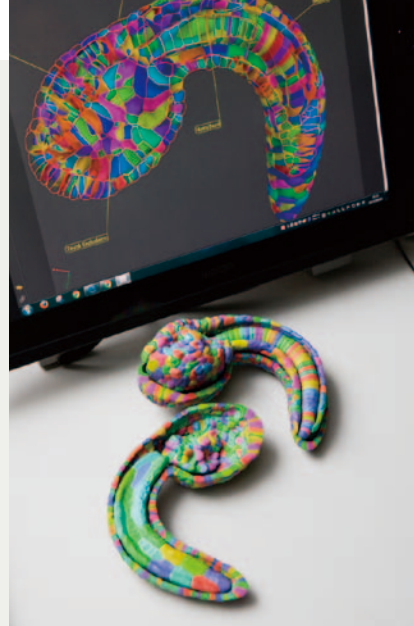
「ヒトでは、神経管が閉じない先天的な奇形（神経管閉鎖障害）が知られていますが、その原因はわかっていません。ヒトの脳や脊髄もホヤの神経系と同じような発生過程をたどるので、この研究は

ヒトの神経疾患の解明にもつながるのではないかと期待されています」。

### シンプル・イズ・ベスト

「多くの研究者から、ホヤは本当に素晴らしい生き物だと言われます。それは、ホヤの幼生が、私たち脊椎動物の要素だけを取り出したようなシンプルな存在で、余計なものがなく美しいからです。モデル生物は、シンプル・イズ・ベストなんです」と堀田さん。例えば、ホヤの幼生は体長が200 $\mu$ m、全細胞数がたったの3000個ととても小さい。小ささゆえに、全体が顕微鏡の一視野に収まり観察しやすい。全細胞数が3000個と少ないから、発生過程における細胞の挙動を容易に追跡できる。だから、尾を構成する器官がそれぞれどのように伸びるのかを明らかにできるし、神経管についても、はじめ32個だった細胞が分裂を繰り返して約300個になる様子を映像におさめることができる。細胞数が少ないために、少ない計算量で観測データを用いた形成過程シミュレーションを行うことができる。

しかし、ホヤが観察しやすい生物だからと言って、実験が簡単なわけではない。「卵に精子を加えて受精させると、受精



ホヤの尾芽胚を1細胞ごとに色分けすると実際に少ない細胞で体が構成されていることがわかる。

後7～11時間の間に神経管が形成されていく様子が観察されます。その間の3～4時間は、成長に合わせて顕微鏡のピントを調整しなくていけないので、離れることはできません。3～4時間という時間は、ほかの生物の発生時間に比べたら非常に短い。しかし、ひたすら顕微鏡をのぞき続けるにはとても長く、実験する者には忍耐力が求められる。その上、卵の状態などさまざまな要因によって、必ずしもいい結果が得られるとは限らない。ただ、苦勞して得られた映像や成果は、貴重であり高く評価されている。

堀田さんがいい映像を撮影できるのは、ホヤというモデル動物が優れているだけでなく、ともに研究室を運営している岡浩太郎教授がイメージングや計測技術に力を入れていることがある。イメージング技術の強みを活かして、堀田さんはFABA（ファバ）というホヤのデータベースを作っており、各成長段階のホヤの形態を3D画像として公開している（<http://chordate.bpni.bio.keio.ac.jp/faba>）。各成長段階には「Hotta's Stage」と自身の名前を付けており、堀田さんの遊び心と研究への愛情を感じる。このFABAは、今では世界標準になっている。

ホヤ研究は世界中で行われているが、堀田さんら日本人が進める最先端研究がこれからも世界をリードしていくことは間違いなさそうだ。

（取材・構成 池田亜希子）

