

生物の形づくりの不思議を探る

自然科学研究機構基礎生物学研究所 教授・副所長 上野直人

【私の基礎科学の考え方】

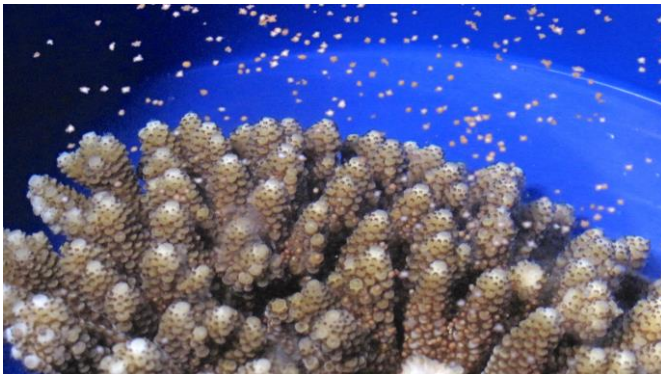
私は基礎科学の原動力は好奇心 (curiosity) に尽きると思っています。私たちの棲む地球は、さまざまな生物で溢れています。それぞれの生物は特徴ある形をもち、不思議な生態、行動を示して私たちの好奇心を掻き立てています。大隅先生が岡崎市の図書館に子供たちのために寄贈された「大隅文庫」の本の中には「ファーブル昆虫記」が含まれています。この本は子供の頃の私の愛読書のひとつでもありましたが、多様な昆虫の生態をつぶさに根気よく観察したファーブルの好奇心には驚嘆せざるを得ません。私たち研究者もこうした好奇心があってこそ、研究ができるのだと思います。

ただ科学を進めるためには好奇心だけではなく、他にも大事なものがあると思います。それは情熱 (passion) です。「どうしてなんだろう」という純粋な疑問を単なる疑問として終わらさず科学として解き明かすには、解明まで何年かかるかわからないテーマに向かって真正面から取り組み、仲間と研究に勤しむ情熱を保ち続けることが必要なのだと思います。科学者には努力、才能、運も必要でしょう。しかし、好奇心に突き動かされ、多くの問題があってもそれを苦と感せず、科学者自身が楽しむことが科学の発展につながるのではないのでしょうか。好奇心に根付いた本質的な疑問から目をそらさず取り組んで得られた質の高い成果は、科学者個人のものでなくいつの日か社会のものになるのだと思います。

一方、研究は思った方向に進まないのも事実です。よくセレンディピティ (serendipity) という言葉が使われます。最初に考えた研究がうまく行かないことは多々あることですし、その過程で偶然、思わぬ大きな発見に出くわすこともあるでしょう。やはり科学者には偶然の発見を見逃さず、その重要性を見極める感性や洞察力も必要だと感じます。基礎科学にはそうした感性をもった科学者と、科学者が立ち止まり、また寄り道をすることを許容する環境が必要です。

ファーブルは 55 歳のときに昆虫記を書き始めたと言われています。私も 50 代半ばで、

私自身の研究として紹介した発生生物学の研究対象とは全く異なる生物現象に興味を持ち始めました。それは「サンゴの一斉産卵の謎」です。サンゴは沖縄では毎年5月か6月の大潮の晩に一斉に卵を産みます。正確にはバンドルと呼ばれる卵子が精子を包んだ粒子を放出し、海水表面でその粒子が弾けて受精が開始します。この神秘的な現象をテレビなどで観たことがある人も多いと思います。またサンゴの種によって産卵時間は少しずつ異なります。



サンゴの産卵（撮影：基礎生物学研究所形態形成研究部門高橋弘樹）

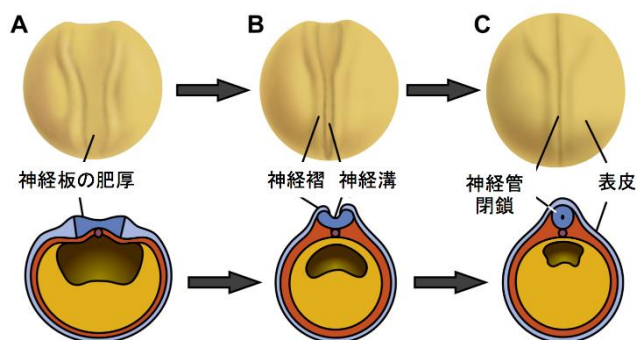
なぜ、5月か6月に決まっているのでしょうか？なぜ、大潮（満月）の日の周辺で産むのでしょうか？水温の上昇、月の光の影響、概日リズム、潮の満ち引きなど多くの要因が複雑に組み合わせられて決まっているものと予想されます。サンゴは年一回しか産卵しませんし、これだけ多くの環境要因が複雑に組み合わせられて起こる現象だとすれば、そのメカニズムを解明する研究はとても大変なことだと容易に想像できました。ただ、私自身はこの研究にとってもロマンを感じており、「サンゴの光応答」という観点から実際に研究を進めています。そして、最近少しずつ面白い結果が得られてきて、次の産卵時の実験を楽しみにワクワクして過ごしています。私の研究者としての時間は限られていますが、きっと次世代の研究者がその謎を解き明かしてくれるものと思っています。

【私の研究】

受精した卵は一つの細胞ですが、そこから何回も細胞分裂を繰り返し（増殖）、さまざまな機能を持つ細胞の性質を獲得する（分化）ことによって、次第に生物らしい形をつくっていきます。この形づくりは非常に早く進み、ヒトの場合、受精後1ヶ月もたつとお母さんのお腹の中でほとんどの形づくりは終わっています。ひとつの丸い細胞からどのように細胞を増やし、どのように多様な性質を獲得するのか、そして、それらの細胞の集団（組織）はどのように三次元的な形を作り上げるのかを研究するのが「発生生物学」という研究分野です。

私たちは動物の背腹がどのように決められるのかという研究を行ってきました。例えば、ヒトや哺乳類を含む脊椎動物の脳や脊髄といった中枢神経系は体の背側にでき、内臓は腹側にできます。一方、昆虫は腹側に神経系をもっており、脊椎動物と背腹が逆転しているように見えます。動物の背腹を決定するという事は、どちらに神経系をつくるかということ切り離せないことなのです。私たちは、この背腹を決定するのは BMP という分泌性タンパク質であり、BMP の働きを止めると本来の腹側に神経系ができることを明らかにしました。

現在、私たちは背側にできる脳や脊髄の元になる「神経管」がどのようにできるのかについて研究しています。



神経管形成はA→B→Cのステップで起こる

神経管はもともと平らなシート状の細胞でできています。この二次元 (2D) の細胞シート (神経板) がその後折りたたまれて三次元(3D)の管をつくるのが、脳や脊髄をつくるために必要なのです。この仕組みを探る多くの研究によって、細胞シートの「折り目」にあたる細胞が立方体から直方体に、そしてくさび形へと形を変えることがわかってきました。神経管に限らず、私たちの体の形を作り上げるためには、ひとつひとつの細胞が大きく形を変えたり、移動したりすることがとても重要なのです。

こうした形づくりのしくみに変化 (進化) が起こると、結果としてさまざまな形態変化 (進化) を引き起こします。ヒトの神経管の形づくりの場合、それが「神経管閉鎖不全」や「二分脊椎症」といった先天性疾患として顕れることが知られています。一方、こうした形づくりのしくみの進化は、生物の多様性獲得の原動力となっています。例えば、昆虫の脚や翅、角といった器官の形が実に多様に富んでいるのは、この形づくりのしくみが長い進化の歴史を経て、少しずつ変化して来たことによるものだと考えられています。生物の形づくりのしくみについての研究は、基礎医学や進化学とも密接に関連しているのです。