

生き物たちの ふしぎな超・感覚

進化が生んだ驚きのサバイバル戦略

森田由子

science-i



サイエンス・アイ新書

SoftBank Creative



SIS-027

いき もの ちょう かん かく
生き物たちのふしぎな超・感覚
 進化が生んだ驚きのサバイバル戦略

2007年7月24日 初版第1刷発行

著 者 幼たゆうこ 森田由子
発 行 者 新田光敏
発 行 所 ソフトバンク クリエイティブ株式会社
〒107-0052 東京都港区赤坂4-13-13
編集：サイエンス・アイ編集部
03(5549)1138
営業：03(5549)1201
装丁・組版 株式会社ビーワークス
印刷・製本 図書印刷株式会社

乱丁・落丁本が万が一ございましたら、小社販売部まで着払いにてご送付ください。送料小社負担にてお取り替えます。本書の内容の一部あるいは全部を無断で複製（コピー）することは、かたお断りいたします。

©森田由子 2007 Printed in Japan ISBN 978-4-7973-4248-2



生き物たちの 不思議な超・感覚

進化が生んだ驚きのサバイバル戦略

业学院图书馆
书 章

森田由子

アートディレクション・デザイン：近藤久博（近藤企画）

イラスト：かまたさとし

近藤久博（近藤企画）

制作：株式会社ビーワークス

はじめに

みなさんは赤ちゃんが見ている景色を想像できますか？ 自分もかつて目にしたはずの景色ですが、それをはっきりと思い浮かべることができる人は少ないのではないのでしょうか。かつて自分が経験したことでさえも、“想像する”という行為はとても難しいものです。ましてや人間以外の生き物たちの世界を考えることなど、まさに「想像を絶する」といえるかもしれません。

私は千葉県千葉県の松戸市という、江戸川をはさんですぐ向こうは東京という場所で育ちました。1970年代、東京のベッドタウンとして人口が急増してあちこちで造成が行われ、とても「豊か」とはいいがたい、人工と自然が入りくんだ奇妙な生態系があちこちにありました。~~でも子どもだった私にはどこもかしこもすばらしい遊び場ばかりで、向は「スーパースター昆虫記」に魅せられた私は、こうした遊び場で、虫をはじりしる手のひらサイズの生き物たちを捕まえては家の中に放し、家も集るごと虫かごのようにして楽しんでいました。手のひらより大きな生き物で身の回りにいたのは、田舎犬と野良猫とが~~うという時代だったのか、まだ野良たちがふつうに街中を歩き回っていました。

こうした人間以外の生き物との交流の中で、私は自分と彼ら・彼女らとの距離を意識するようになりました。

最初に親しんだのが虫だったせいか、私はほ乳類にも虫にも、ほぼ同等の親近感を抱くようになりました。一方で、体のつくりも行動も、虫より圧倒的に人間に近いはずの犬でも、その頭の中で何を考えているかははかり知れないものだという思いを持つようになりました。大学に進んで生物学を学ぶにつれ、その思いはより強くなりました。共感したいという願いにもかかわらず、それはかなわないかもしれないというやるせない思い。それならば人間とほかの生き物との共通点と相違点を見極め、それぞれの存在をそのまま受け止められるようになることが、私にとって生物学を学ぶことの意味だ……、と考えるようになりました。ちょっと偉そうなお話になってしまいましたね。

本書のテーマである“感覚”を知ることは、その感覚の主である生き物の世界観を知ることにつながります。書き始めのころは、人間がもつ感覚の仕組みをしっかり解説しようと考えていましたが、そういうことは医学書などを読んでいただいたほうが情報も正確かつ豊富です。そこで本書では、人間の感覚の仕組みをざっくり見わたしたところで、人間以外の生き物の感覚やその秘密を明かそうとする努力＝研究にまつわるエピソードを紹介することにしました。

ここに『生物から見た世界』という本があります。初版は1970年、著者はヤーコプ・フォン・ユクスキュルです。ユクスキュルは、日本語での訳語は「環世界」、ドイツ語では

“Umwelt”という言葉を生み出した人です。その中で彼は、私たちには私たちの感覚による世界があり、ほかの生き物たちには彼らあるいは彼女ら独自の感覚によるユニークな世界が広がっていることを説いています。「まあ、そうだろうな」と思うかもしれませんが、生き物ごとに世界観が違うことを本当に実感することは至難の業です。たとえば、花が自ら蜜のありかを示すために用意した「ハニーガイド」という模様。私たちにも見える色で示されているものもありますが、紫外線の吸収によって浮かび上がる、人間には見えないものもあります。撮影技術の進歩で、ハニーガイドをモノクロ写真として撮影した写真を見かけますが、ミツバチやチョウが“見ている”花の姿があつた写真のとおりだとは思わないでください。ミツバチやチョウに見えている色彩の世界は、私たちの目を通したとたんに消えてしまうのです。

本書では、専門的には感覚とはいわないような細菌や植物にまつわるエピソードも取り上げました。それは、地球上に生きるものはすべて、何らかの方法で自分の外の世界をとらえており、生き物の数だけ多様な世界観があることを紹介したかったからです。本書が人間以外の生き物と彼ら独自の世界観に思いを馳せるきっかけとなってくれたらと思います。

最後に、本書で取りあげた内容にかかわる研究に従事している方々、本書を書く機会をくださった編集担当の中右文徳さん、そして執筆作業を支えてくれた両親と夫に、敬意と感謝をささげます。

2007年 森田由子

生き物たちのふしぎな超・感覚

森田由子

CONTENTS

はじめに	3
フ ロ ロ ー グ	生きることは、感じること! 10 本当にみんな“感じて”いるの? 12 刺激って何種類あるの? 14 刺激が興奮として伝わる仕組み その1 16
嗅 覚	【概論】 もっとも原始的な感覚といわれる嗅覚とは 20 におい物質がにおったり、におわなかったり、その差はなに? 24 どうすればにおいに敏感になるのか 26 【エピソード】 単細胞のバクテリアに「鼻」がある!? 30 ふたまた舌でにおいを嗅ぎ分けるヘビ 34 強烈なおい「フェロモン」の正体 38 サケの遡上は「母なるにおい」のなせるワザ 42
味 覚	【概論】 “味見”の仕組みをミクロでみてみよう 46 味へのこだわりは、修行の賜物ではない? 50 【エピソード】 超偏食家・カイコの味覚の秘密 54 母チョウの偏食は、チョウの世界の平和の秘訣 58 味覚をささえる“名わき役”の神経たち 62 味覚を変えるマジックの“しかけ” 64
温 度	【概論】 トウガラシは辛いだけじゃない、熱いんだ! 66 【エピソード】 ヘビの秘密兵器、超高感度サーモグラフィー 70
化 学 受 容 内	【概論】 のどの渇きはどこで感じているの? 74
一 感 般 覚	【概論】 刺激が興奮として伝わる仕組み その2 78



	【概論】	
痛 覚 ・ 触 覚	「痛み」はどうやって生まれるの？	82
	触覚って何をどう感じているの？	86
	【エピソード】	
	「痛い痛い飛んでけ!」の本当の効果は？	90
	こわもてワニの顔は意外にデリケート	92
	“無神経” だけど敏感なハエトリソウ	96
	手さぐりで世界を感じるクモは魔術師	100
潮 汐	【エピソード】	
	天体のリズムに合わせて生きる仕組み	104
	【概論】	
固 有 ・ 平 衡 ・ 重 力	“正しい姿勢”を支える感覚	108
	1、2の三半規管でバランスをとろう!	112
	重力を感じるための特別な石	116
	【エピソード】	
	アサガオはどちらが地面かわかっている	120
	ハエがもつ高性能平衡器“ジャイロスコープ”	124
	【概論】	
聴 覚	音を聴くための仕組み	128
	【エピソード】	
	水中代表、イルカの超音波探知機	132
	陸上代表、コウモリの超音波探知機	136
	ガの耳のコンセプトは“シンプル・イズ・ベスト”	140

CONTENTS

	【概論】	
	「見る」ための仕組みのいろいろ	144
	青い目の人が見ているのはどんな世界？	150
	【エピソード】	
視	ネコの目の奥にある秘密の鏡	152
	ミミズの目とアゲハの目	156
覚	立体かパノラマか、どちらがお好み？	160
	虹を7色に見るための仕組み	164
	見えない色を見ることはできるの？	168
	カエルは動くものしか見えないってホント？	172
	脊椎動物の第3の目	176
	【エピソード】	
植	強すぎる光から逃げる葉緑体	180
物		
	【エピソード】	
化学	化学物質の言葉で会議をするバクテリア	184
感覚		
	【エピソード】	
磁場・電気	磁場 体の中に磁石をもつ磁性細菌	188
	磁場 渡り鳥の頭の中のコンパスと目の中の方位磁石	192
	電気 サメはかくれんぼの鬼が得意	196
	電気 カモノハシのくちばしは形も機能も特別！	200
	参考文献	204
	索引	205

生きることは、感じること！

あなたは1日をどのように過ごしていますか？たとえば朝、目覚まし時計で目が覚め、外が明るくなっていることに気づきます。そしてのどの渇きに1杯と、オレンジジュースをゴクリ。トースターから朝食のパンを取り出そうとしてアチチ！ ゆっくり食べていたら、もう出かける時間！ あわてて飛び出し、ちょっとバランスを崩したものの、そのまま駅までダッシュ。かばんの中から手探りで定期券を取り出して改札口を無事通過、間に合った！

こんな短い間のちょっとした行動も、「五感」どころか無数の



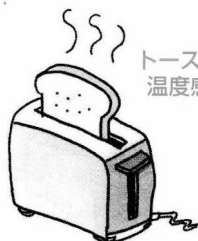


「感覚」によって判断しています。目覚ましの音は「聴覚」、外の明るさは「視覚」、のどの渇きは……なに感覚でしょう？ 朝食のパンの熱を「温度感覚」で警戒しつつも、「嗅覚」と「味覚」で楽しむ。姿勢のくずれを感じるのは「平衡感覚」。定期を取り出すときには「触覚」が活躍。これらの感覚は、行動するなかで中心的に働いていたもののほんの一部を書き出したものです。

何の変哲もない日常の朝のひと時にさえ、さまざまな感覚が駆使されています。人間だけでなく、地球上の生き物はみんな、何かを感じて、感じたことを元にどう生きていくかを決めているのです。地球上の生き物は、自分の外と自分自身を脂の仲間のできた膜（脂質膜）によって分け隔てています。膜の内側、つまり自分が、膜の外側と見分けがつかなくなったり、混じったりすること



のどの渇きは、
なに感覚？



トーストの熱は
温度感覚だね

バランスとるのに
使うのは、
平衡感覚だけ？



定期券を
つかんでいるときは
触覚…かな？

は、自分がなくなる、つまり「死」を意味します。生き物はいろいろな「感じる」仕組みを進化させ、自分の外側からのいろいろな刺激をとらえ、自分がなくなってしまうように常に備えているのです。

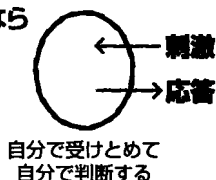
では、生き物が生き物であり続けるための仕組み、「感覚」とはどんなものなのか、見ていくことにしましょう。

本当にみんな“感じて”いるの？

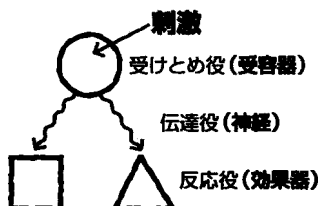
「生きることは、感じること」といいましたが、私たち人間以外の生き物たちは本当に「感じる」力を持っているのでしょうか？ 私たちと体の仕組みが似ているイヌやネコはいいとして、似ても似つかないチョウやハチなどの昆虫類はどうでしょう。タコのような軟体動物は？ 目は持っているようですが、耳はあるのでしょうか。植物に神経はありませんよね？ 細胞が1個しかないような生き物、たとえば大腸菌はどうしているのでしょうか？ 生物学的に「感覚」というときは、刺激をとらえる専門の細胞＝感覚細胞がないといけません。大腸菌は細胞1個が全身ですから感覚細胞はありませんが、水の中の化学物質を感じる「仕組み」はしっかり持っています。この本で取り上げる「感覚」は、専門用語の「感覚」だけにとどまらない、さまざまな「感じる仕組み」を取り上げます。

生き物たちの刺激への接し方は、その複雑さによっていくつかのレベルに分けることができます。まずは刺激をとらえる細胞と、刺激に対して反応する細胞が同じという、大腸菌のようなレベル。次に刺激をとらえる細胞と行動のための細胞が別々になり、さらに、刺激をとらえる細胞と行動のための細胞の間に、「神経」という伝達役が現れます。最後には、人間のように受け止めた刺激をまずひとところに集め、記憶・分析してから、行動のための細胞

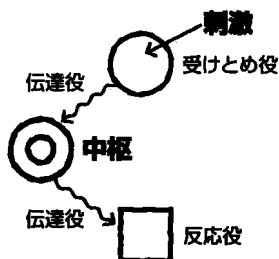
単細胞なら



シンプル
だねえ



分業が
すすんで
くるんだね。
ふくざつ
だなあ～



でも、
とにかく、
受けとめない
何もはしまらない
ってことだね

中枢＝脳や脊髄と考えれば、
人間はこのレベルだね

に情報をアウトプットするレベルになります。感じるための仕組みは、このようにいくつかのレベルに分けられます。でも「感じる」最前線の仕組みは、レベルにかかわらずよく似た仕組みをもっていたりします。たとえば大腸菌にも「鼻」がある話をあとで紹介します。この大腸菌の「鼻」と人間の「鼻」はどこが似ていてどこが違うのか、それに気づいてもらえたら……と思います。

刺激って何種類あるの？

最初のページで、「五感」という言葉を使いました。これは視覚、聴覚、触覚、嗅覚、味覚のことで、人間が自分の外の世界を感じるための感覚を、ギリシア時代の賢人アリストテレスが分類しようとしたのが最初だといわれています。でもこんなに少ないはずはないですね。痛みの感覚も、熱い・冷たいといった温度の感覚もここに入っていません。実は感覚は20種類あるともいわれますが、とりあえずこの5種類の感覚、「五感」をもとに、まずは私たち人間の感覚の特徴について考えてみましょう。

上で挙げた5種類のうち、視覚＝目、聴覚＝耳、嗅覚＝鼻、味覚＝舌というように、刺激を感じるための「専用」の器官があります。触覚には「触覚専用器官」はありません。人間の場合、刺激を「専用器官」を通して感じる場合と、体中どこでも感じる場合とがあります。専用器官がない場合の感覚ってわかりにくいですね。触覚のほかには、たとえば“ある朝”の場面で出てきた「温度感覚」。温度を感じる場所は皮ふの下一面に、点状に分布しています。唇には多くて足の裏には少ないという偏りがありますが、全身にあります。ほかにも「痛覚」「振動感覚」「重力感覚」「血液成分をとらえる感覚」などもそうです。

では、とらえられる側の「刺激」の実体は何なのでしょう？ 五



そんなはずないよね。
ほかにもいろんなことを感じてるよね



感の場合、視覚＝光、聴覚＝音波、触覚＝圧力、嗅覚＝におい物質、味覚＝味物質です。前半3つは物理学で扱う現象が刺激（物理的刺激）になっていて、後半2つは化学物質が刺激（化学的刺激）になっていて、大きく2種類に分けられることがわかります。こうした刺激をどうやって生き物たちがとらえるのか、ここからは具体的に見ていきましょう。