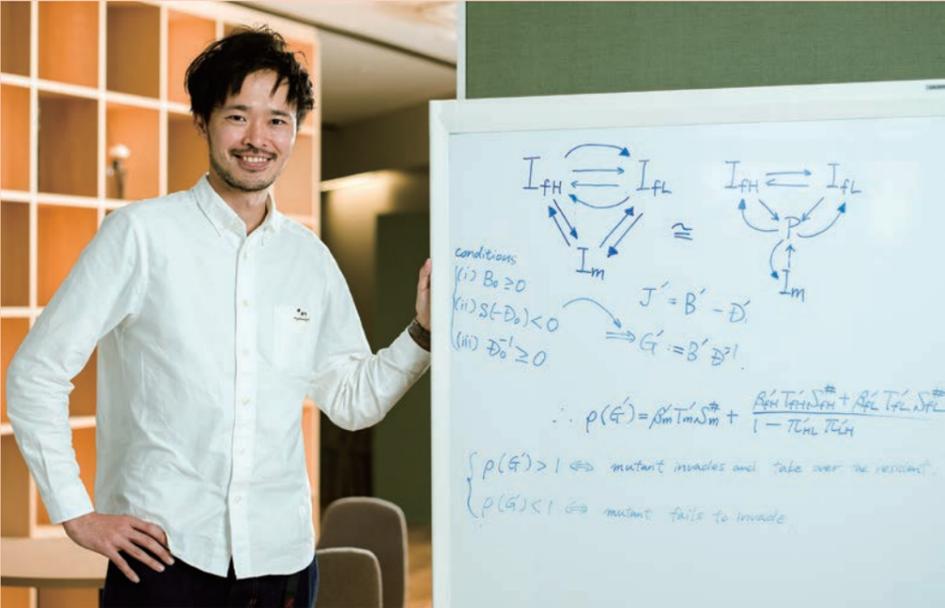


り けん はか せ
理研の博士と
考えよう!
 Vol.8

生きものの世界を数学で読みとく



いり たに りょう すけ
入谷 亮介 博士 数理創造プログラム (IThEMS) 上級研究員

生きものの多様性を、数学*の式を使って研究している
 入谷亮介博士を訪ねました。博士といっしょに
 「生きもの」や「数学」について考えよう!

* 数、量、図形などを研究する学問。中学の数学ではその基礎を学びます。



地球上には、さまざまな生きものが互いに関わり合って生きています。私はこの複雑で多様な生きものたちを、数学の式を使って研究しています。観察や実験をするのではなく、生きものの中で起きていることを式に表して計算し、理由を明らかにしたり、推測したりしています。

まったくちがう現象に見えることも式にしたら同じだったり、計算してみたら予想外の答えが出てきたり、生きもの世界の面白さに日々、わくわくしています。何より、子どものころから好きだった生きものを、好きな数学を使って研究できるのは本当に楽しいですね。将来は、生きもの多様性をどう守るかという問題に取り組みたいと考えています。どの種を優先的に守っていくべきか、異なる意見をどのように集計して社会に生かすかなど、難しい問題を数学的な視点から考えたいと思っています。

次の式は
 何について書かれたものかな?

$$\Delta E[x] = \text{Cov}[x, w] + E[w \Delta x]$$

これは「生きものの進化」について書いた式です。この世界のさまざまな現象は、こんなふうに数学の式(数式)を使って表すことができます。

数式って
 言葉みたいだね。

答え

$$\Delta E[x] = \text{Cov}[x, w] + E[w \Delta x]$$

生きものの性質の進化的な変化 進化を起こす力の強さ 遺伝の差による効果

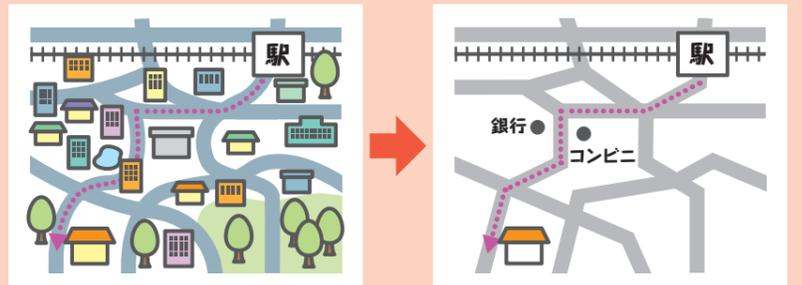
みんなの貯金額が
 どう変化するかも、
 式をつかって考えることが
 できるんだって!

複雑なことを **シンプルな式で表す**

どうやって式にするのかな?

自然界で起こる現象はとても複雑だから、そのままでは理解するのが難しい。そこで、起こっていることをよく見て、重要だと思う特徴や性質を見つけ出し、それを式で表現するんだ。そうすると、複雑なことがシンプルになって理解しやすくなるんだよ。この式を「数理モデル」と呼んでいるよ。数理モデルで考えると、その現象が起こる原因がわかったり、将来を予測できたりするから、さまざまな分野の研究で使われているんだ。

地図も目印だけをシンプルに描いたほうがわかりやすいね。



貯金額 (N) の変化 (現象)

→

重要なことを取り出す

→

式で表す (数理モデル)

→

計算する

おこづかいをB円もらう

D円使う

$dN/dt = B - D$

(貯金額の 変化 / 時間の 変化)

B-Dがプラスのとき Nが増える

B-Dがマイナスのとき Nが減る

B-Dがゼロのとき 変わらない

時間の変化とともに貯金額がどう変化するかを表す数理モデル。貯金額を生きものに置き換えれば、生きものが増え方や減り方、ウイルスの広がり方などに応用できるよ。

数学で見る生きものたちの姿

生きものの数が時間とともにどう変化するか、ウイルスがどんな速さで広まるのか、ある生きものが生き残る確率はどのくらいかなど、生きもの不思議を数学で読みとくことができるよ。どんなことがわかるのか、簡単に紹介しよう!

数学を使って生きものゝどんなことがわかるのかな?



働きアリはなぜ女王アリのために働くの?

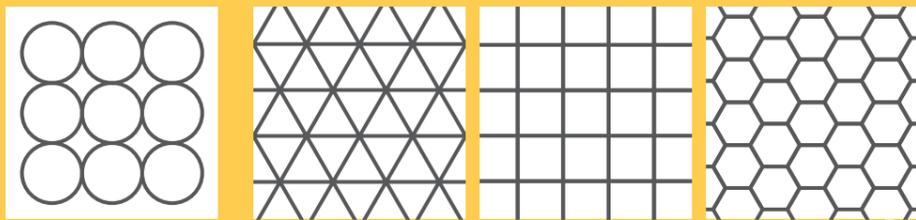
女王アリを助けて働く場合と助けない場合を計算で比較すると、女王アリを助けたほうが働きアリの遺伝子が多く残ることがわかるよ。働きアリは女王アリの子どもだから、女王アリと同じ遺伝子を持っている。女王アリのために働くことで、自分の遺伝子が残る確率も高まることになるんだね。



ハチの巣はなぜ六角形?

ハチの巣は正六角形が並んだつくりをしているけど、どうして正六角形なんだろう?

同じ図形で平面をすきまなく埋め尽くせる正多角形は、正三角形、正方形、正六角形の3つしかない。部屋を囲む壁の長さが同じだった場合、この3つの中で壁の面積がいちばん小さくなるのが正六角形なんだ。つまり、少ない材料で効率的に巣をつくれるということだよ。ハチたちは自然と一番適した形を巣に取り入れているのかもしれないね。



円だとすきまができて空間がムダになってしまう

空間をムダなく使える正多角形はこの3つ

博士からみんなへ 考えてみよう



人間が意思をもって行動するのと、生きものが環境に適した性質に進化するのでは、何がちがうのか考えてみよう!

自分で考えて行動しよう!



進化ってどうやって起こるのかな?



進化と変身はちがうよね

タンポポのタネに綿毛があるのはなぜ?

タンポポのタネの飛び方を式に表し、計算してみると、より遠くにタネを飛ばしたほうが、綿毛がないタネよりも多くの子孫が残せることがわかるんだ。同じ親から生まれたタンポポのタネがせまい土地で光や養分を取り合うより、遠くまで広がって競争をさけたほうが有利なんだね。

どのくらい遠くに飛ぶ?

移動に失敗する確率は?

タネは何個できる?

$$d_{ESS} = 1 / (1 + c)$$

本気で戦う? 戦わない?

動物が食べものなどをめぐって同じ種の相手と戦うとき、まるで儀式のように威嚇するだけで決着をつけ、本気では戦わないことがよくあるよ。なぜだろう? 争いになりそうとき、動物たちがとる行動は、攻撃するか、平和的にふるまうかの2つしかない。どうなるのか見てみると...

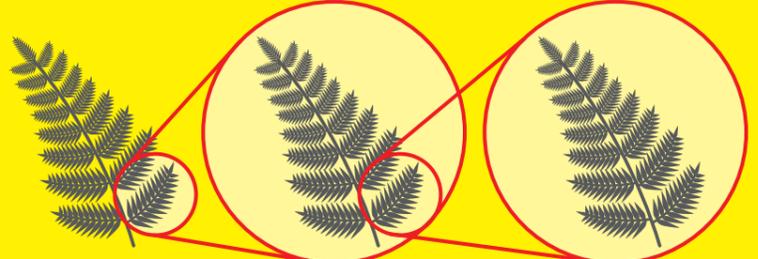


相手が平和的ななら、攻撃的に食べものを奪ったほうが有利だけど、相手が攻撃的な場合は、けがをするから攻撃的にふるまうのはリスクが高いよ。だから、「自分は攻撃的だぞ!」というふりだけで、本気では戦わないことが多いんだね。

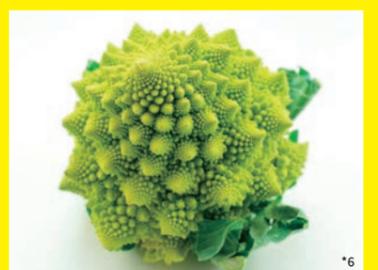
	平和的なネコB	攻撃的なネコB
平和的なネコA		
攻撃的なネコA		

自然界にかくれている数学

自然界に見られる「形」には、数学的な法則がかくれているものがたくさんあるよ。シダの葉のような複雑な形が、実はシンプルな形のくり返しなのもその一つ。こうした形はいろいろな場所にひそんでいるから、身近なものをよく観察して、見つけてみよう。



細長い葉が集まってできているシダの葉。葉の一部分は全体の葉の形とよく似ている。



ブロッコリーの仲間ロマネスコ。一部分を拡大してみると、全体とよく似た円すい形が並んでいる。



発行日: 2024年1月10日
理化学研究所
〒351-0198 埼玉県和光市広沢2-1

※お問い合わせは、理研ウェブサイト www.riken.jp のお問い合わせフォームまで。
制作協力 / サイトテク・コミュニケーションズ、編集・文 / 財部恵子、デザイン・イラスト / 藤原有紀子、撮影 / 古末拓也
画像提供 / よねやん / PIXTA(*1)、msks / PIXTA(*2)、Aleksybaliko / PIXTA(*3)、TOSHIK / PIXTA(*4)、MakiEni / PIXTA(*5)、tonko / PIXTA(*6)