

# ジュウシマツの歌から 見えてきた言語の起源

動物の中で言語を持つのは、ヒトだけである。言語はどのようにして生まれたのか。

言語の起源を生物学的に説明するシナリオをつくるのが、生物言語研究チームの目標である。

そのため研究チームでは、さまざまな動物のコミュニケーション行動を

ヒトの言語と比較する、という方法を取っている。

鳥のジュウシマツ、ネズミの仲間のデグーとハダカデバネズミ、そしてヒトが、研究対象である。

「動物で分かったことをヒトに、ヒトで分かったことを動物に適用して、

言語の生物学的起源を総合的に考える。それが、ほかの研究グループにはない、

私たちのユニークな点です」と岡ノ谷一夫チームリーダー。

果たして、言語の起源に迫ることができるのか。

最新の研究成果を紹介しよう。

## ジュウシマツ

スズメ目カエデチョウ科。体長約12cm、体重約15g。ジュウシマツは、江戸時代に中国から輸入されたコシジロキンバラからつくり出された飼育鳥。発声学習をし、文法を持つ複雑な求愛の歌を歌う。



## デグー

南米アンデス原産のげっ歯類。体長約12cm、体重約200g。家族を基本とする社会を形成している。17種類以上の鳴き声があり、求愛の歌を歌う。大きさの違う3個のカップを入れ子状に重ねるなど、高い認知能力を持っている。

東アフリカ原産のげっ歯類。体長約10cm、体重約30～80g。体には毛が生えていない。砂漠の地下にトンネルを掘り、80匹ほどで集団生活を送る。女王、ワーカー、兵士の三つの階級がある真社会性動物。17種類以上の鳴き声があり、状況や階級に応じて使い分けている。

## ハダカデバネズミ



小学生のころから自己意識のメカニズムと  
存在理由を知りたいと思っていました。  
言語の起源は、それを知るための  
一つの手掛かりです。

## 岡ノ谷一夫

脳科学総合研究センター  
心と知性への挑戦コア 生物言語研究チーム  
チームリーダー



おかのや・かずお。1959年、栃木県生まれ。Ph. D（生物心理学）。慶應義塾大学文学部心理学科卒業。米国メリーランド大学心理学部博士課程修了。ミュンヘン工科大学動物学研究所客員研究員、上智大学生命科学研究科特別研究員、千葉大学文学部行動科学科助教授などを経て、2004年より現職。

### ■ 言語の基盤となる四つの能力 ——発声学習、文法、意味、社会

生物言語研究チームの実験室に入ると、右側にドアが並んでいる。奥に進んでいくと、ピッピッという小鳥の鳴き声が聞こえてくる。ドアの向こうには、数十羽のジュウシマツがいる（2ページの写真）。別のドアの前に立つと、キュッキュッという甲高い声がかすかに聞こえてくる。声の主はデグー。南米アンデス原産のネズミだ。また別のドアの向こうは、静まり返っている。この部屋は、動物への細菌感染などを防ぐため、決まった研究員しか入ることが許されていない。そこにいるのは、東アフリカの砂漠で地下にトンネルを掘って集団生活をするハダカデバネズミだ。

生物言語研究チームが目指しているのは、言語の起源の解明である。「言語とは、意味を持つ単語を一定の規則に従って並べ替えることで新しい意味をつくり出すシステム」と岡ノ谷一夫チームリーダー（TL）は定義する。「言語を使う動物はヒトだけです」。では、なぜジュウシマツやデグー、ハダカデバネズミを研究対象とするのだろうか。

「言語の起源を知りたいと思ったら、言語を持たない動物を対象とすべきです。言語はヒトで突然生まれました。しかし、言語を成り立たせる基本的な能力は、ヒト以外の動物も持っています。ヒトは、動物が持つそれらの基本的な能力を組み合わせることで言語を獲得できたのではないかと私は考えています」。ヒトの脳を調べることで、ヒトが言語をどのように学び、使っているかを知ることにはできるかもしれない。しかし、すでに言語を獲得しているヒトの脳をいくら調べても、その起源までは分からない。

では、言語を成り立たせる基本的な能力とは何か。「①新しい音を学んで発声する能力、②音を規則に従って並べる能力、③音と意味を対応させる能力、④集団の中で音を適切に使分けける能力。言語の獲得には、この四つの能力が必要です。それぞれの能力を簡単に、発声学習、文法、意味、社会と呼ぶことにしましょう」と岡ノ谷TL。発声学習と文法の研究はジュウシマツ、意味の研究はデグー、

社会の研究はハダカデバネズミを対象に進めているのだ。そして、動物の研究から分かったことをヒトに適用して考えることで、言語の起源を明らかにしようとしている。

### ■ ジュウシマツの歌は文法構造を持つ

「ジュウシマツの歌を聞いたことがありますか」と岡ノ谷TL。ジュウシマツはペットとしておなじみの小鳥だ。ジュウシマツが属するスズメ目の小鳥の鳴き声には、“地鳴き”と“さえずり”がある。地鳴きはピッやガアといった短い音声で、警戒時やひなが餌をねだるときに発する。さえずりは、ウグイスのホーホケキョのように求愛や縄張りを主張するために主に雄が発するもので、数分も続くこと

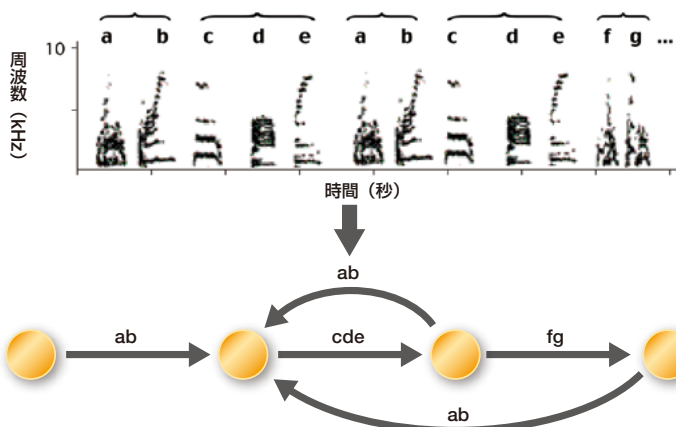


図1 ジュウシマツの歌のソナグラム

横軸は時間、縦軸は周波数、音の強弱は濃淡で表される。8種類ほどの“音要素”からなる（ここではa～gの7種類）。音要素のまとまりを“チャンク”、歌全体の流れを“フレーズ”と呼ぶ。文法に相当する規則に従って、チャンクを繰り返したり、順番を変えたりして歌う。



がある。「さえずりは、歌か音楽のように聞こえます。この“小鳥の歌”を詳しく調べることで、言語の起源に迫ることができると考えています」

歌の分析には、周波数分析器によって音声信号を視覚化したソナグラム（声紋）を使う。横軸は時間、縦軸は周波数、濃淡は音の強弱を表している（図1上）。形の似ている“音要素”にアルファベットを振っていくと、ジュウシマツの歌は8種類ほどの音要素で構成されていることが分かる（図1ではa～gの7種類）。「ジュウシマツは音要素を数個組み合わせ、そのまとまりを繰り返したり、順番を変えたりして歌っているのです」。例えば、abから始まり、次にcdeが来る。cdeの次にabが来る場合と、fg、abと続く場合があるが、abの後は必ずcdeと続く（図1下）。音要素のまとまりを“チャンク”、歌全体の流れを“フレーズ”と呼ぶ。「チャンクが単語に相当します。ジュウシマツは決まった規則に従ってそのチャンクを並べ替えて歌っています。私たちの言語でいう文法を持っているのです」

鳥の歌の学習過程とヒトの言語の獲得過程には多くの共通点があることから、鳥の歌はヒトの言語を理解するための行動学的・神経科学的なモデルになるとして、1960年ころから英国と米国を中心に研究が進められてきた。岡ノ谷TLの“ジュウシマツの歌には文法がある”という日本発の発見は注目を集めたが、偶然の産物であるという。

岡ノ谷TLは、大学で動物心理学を学んだ後、渡米して鳥の聴覚の研究室があるメリーランド大学で博士号を取得。そして1989年、日本に戻って研究をスタートさせるときに悩んだ。「鳥の歌の研究にはキンカチョウがよく使われます。しかし、日本と比べて規模や予算がけた違いに大きい欧米の研究室と同じことをやっていたのでは、勝ち目はありません」。そこで目を付けたのが、それまで鳥の歌の研究には使われていなかったジュウシマツだ。「入手が容易で、飼育や繁殖も簡単。そんな単純な理由で選んだのですが、調べてみるとジュウシマツはキンカチョウよりも複雑な歌を歌い、言語の起源の研究に最適だと分かったのです」。キンカチョウの歌は、“abcdefghijklhabcdefgh”と音要素を繰り返すだけの単純なものだ。岡ノ谷TLがジュウシマ

ツを選ばなければ、文法構造の発見はなかっただろう。

「ジュウシマツの歌の文法は“有限状態文法”と呼ばれるもので、鳥の歌の規則としては複雑ですが、言語の文法よりは単純です。それを研究しても言語の文法は理解できないと指摘する人もいます。しかし、言語の文法の前には有限状態文法のような単純な段階があったはずで、ジュウシマツの歌の文法の仕組みや発達を探ることで、言語の文法の始まりが予測できると考えています」

## ■ 雌は複雑な歌を好む

ジュウシマツは、長崎の大名が1762年に輸入した、東南アジア原産のコシジロキンバラが飼い慣らされてペット化したものだ。原種のコシジロキンバラの歌を調べると、音要素は約8種類でジュウシマツと変わらないが、音要素を単純に繰り返すだけで文法は見られない。人に飼われるようになった250年ほどの間に、ジュウシマツの歌は文法構造を持つようになったのだ。

ジュウシマツの場合、個体ごとに音要素、チャンク、フレーズが少しずつ異なる。「雌は、より複雑な歌を歌う雄を好むようです」と岡ノ谷TL。雌に複雑な歌と単純な歌を聞かせると、複雑な歌を聞かせた雌ほど活発に巣づくりをし、たくさんの卵を産むという実験結果がある。

岡ノ谷TLは、ジュウシマツが複雑な歌を歌うようになったのは、性選択の結果だと考えている。「コシジロキンバラの雌は、もともと複雑な歌を好んだのでしょうか。しかし、野外では複雑な歌は目立ち、外敵に襲われやすくなります。リスクが高く、コシジロキンバラの雄は複雑な歌を歌うことができませんでした。一方、飼育下では外敵に襲われる心配はありません。餌も十分にあります。ジュウシマツの雄は雌が好む複雑な歌を歌うことに力を注ぎ、雌はより複雑な歌を歌う雄を選ぶことで、短期間のうちに歌の複雑化が進んだのでしょうか」

## ■ 言語の起源を探る鍵、分節化

岡ノ谷TLは、言語の起源を解き明かす鍵は、“分節化”にあると考えている。分節化とは、連続している音声から意

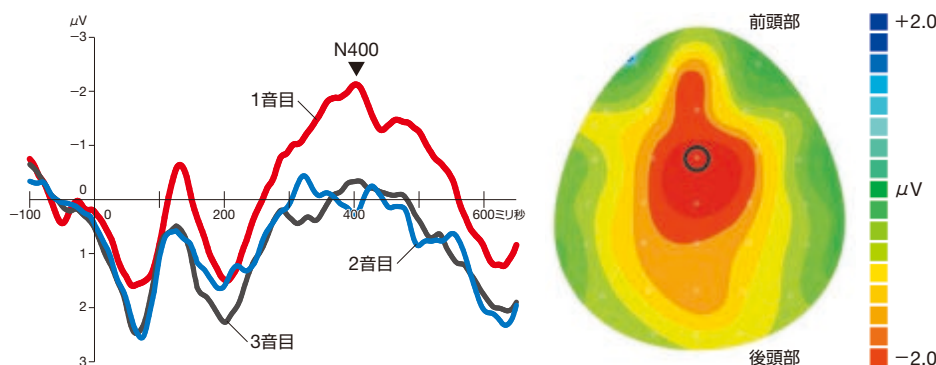


図2 分節化の過程における脳活動

三つの音からなる人工的な単語を6種類つくり、それらが切れ目なくランダムに繰り返される連続音を大人の被験者に聞かせながら、脳波計で脳電位を記録。その結果、単語の1音目（単語の切れ目）で、2音目と3音目に比べて振幅の大きい陰性電位（N400）がとらえられた（左図矢印）。N400は、前頭の中心部ほど大きな振幅が検出された（右図）。これは、単語の切れ目を見つける分節化を行っているときの脳活動を反映していると考えられる。N400とは、聴覚刺激の呈示後約400ミリ秒あたりで、頭皮上で記録される陰性の脳電位のこと。

味のあるまとまりの境界を見つけ、区切ることである。「知らない外国語を初めて聞くと単語がどこで切れているのかわかりませんが、繰り返し聞いていると単語の切れ目が分かるようになります。このように、分節化は言語を獲得する上でとても重要です。そこで、音を分節化するとき、脳がどのように働いているかをヒトの大人を被験者として調べてみました。すると、単語の切れ目で特別な強い脳波が出ていることが分かったのです」(図2)。分節化に関する脳活動を観察したのは世界初である。

さらに興味深いことに、赤ちゃんでも大人と同じように単語の切れ目で特別な強い脳波が出ていることが分かった。「赤ちゃんはまだ言語を理解し、話すことができませんが、分節化はヒトが生まれながらにして持っている能力なのです。では、ジュウシマツではどうか。私たちは、それに興味があります」

地鳴きは生まれつきのものだが、歌を歌うには学習が必要だ。ジュウシマツは、まず周りにいる親や雄の歌を聞き、次に自分で歌ってみて、手本との違いを修正しながら上達していく。発声学習をする動物はとても少なく、ジュウシマツなどの一部の小鳥とクジラ、そしてヒトだけである。ジュウシマツの場合、1羽の雄が歌うフレーズをそのまま覚えるのではなく、複数の雄の歌を切り張りして、オリジナルソングをつくる。「そのとき、必ずチャンク単位で切り張りします。つまり、ジュウシマツには分節化の能力があるのです。分節化する際に、ヒトと同じように特別な脳波が出ているのか、さらにはどの神経細胞がどういうタイミングで働くのか、どの遺伝子が発現しているのかなど、分節化の仕組みを徹底的に研究しています」

## ■ 言語の起源は求愛の歌

「小鳥の歌は、チャンクの並べ方を変えても、その意味は“I love you”だけです。言語の定義は“意味を持つ単語を一定の規則に並べ替えることで新しい意味をつくり出すことができるもの”ですから、意味が一つしかない小鳥の歌だけから言語の起源をすべて解き明かすことはできません。そこでデグーやハダカデバネズミの研究も重要になってきます。それらを使うと、“状況の分節化”の問題を扱うことができるのです。音の分節化と状況の分節化の仕組みが分かれば、意味を持つ単語の起源が見えてくると考えています」。ハダカデバネズミとデグーは17種類以上の鳴き声を持ち、状況に応じて鳴き声を使い分け、仲間とコミュニケーションを取っている。

動物やヒトを使ったこれまでの研究をもとに岡ノ谷TLが提唱しているのが、言語起源の“相互分節化仮説”である(図3)。「ある状況で使われる音配列と、ほかの状況で使われる音配列に共通部分があれば、その部分の状況と音が分節化されて切り出され、対応するものとして認識され

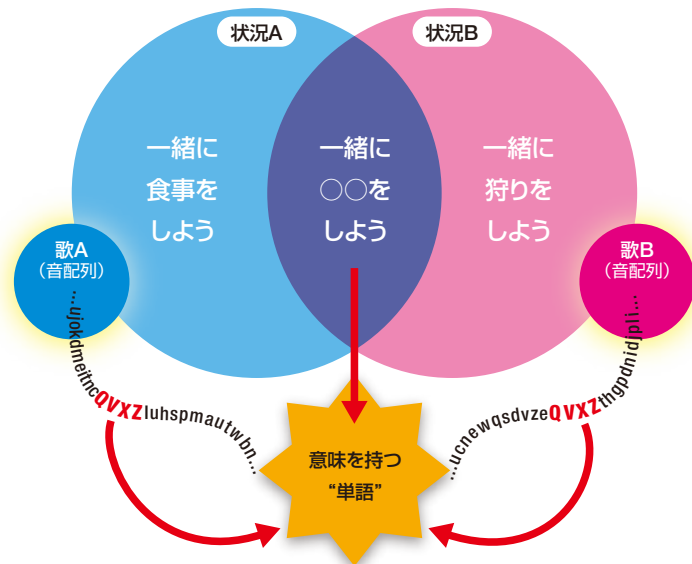


図3 相互分節化仮説

私たちの祖先が、さまざまな状況で歌を歌っていたと考えるとする。Aという状況で使う歌とBという状況で使う歌に共通部分があると、状況と歌の共通部分が相互に分節化されて切り出される。切り出された状況と切り出された歌は、世代を超えるうちに対応するものとして認識されるようになる。そうして、限定された意味を持つ単語が生まれる。

るようになる。その結果、限定された意味を持つ単語が生まれた、という考え方です」。この仮説を実証すべく、今後さらなる研究を進めていく予定だ。

ジュウシマツやデグー、ハダカデバネズミで明らかになったことをヒトの言語の起源につなげていくためには、これから何が必要なのか。「言語の獲得は、生物の歴史の中でたった1回、ヒトにおいてのみ起きたことです。1回しか起きていないことを、生物学だけで理解することは不可能です。文化人類学やコンピュータシミュレーションなど、生物学以外の分野を積極的に取り入れていく必要があるでしょう」

最後に、岡ノ谷TLが考えるヒトの言語の起源のシナリオを聞いた。「言語の起源は求愛の歌だったと、私は考えています。ヒトは、道具をつくり、文化をつくり、集団生活を送ることで、外敵から襲われる危険はとても低くなりました。その結果、かごの中でジュウシマツが歌を複雑化させたのと同様に、異性の好みに応じて求愛の歌が複雑化し、相互分節化によって単語が生まれ、そして言語が生まれたのではないのでしょうか」

R

(取材・執筆：鈴木志乃／フォトンクリエイト)

## 関連情報

- 生物言語研究チームのホームページ  
http://okanoyalab.brain.riken.jp/pub/jp/
- 2008年7月17日プレスリリース「単語やメロディーの切れ目に対応する脳活動の記録に成功」
- 『ハダカデバネズミ——女王・兵隊・ふとん係』吉田重人・岡ノ谷一夫 著、岩波科学ライブラリー、2008年(2009年科学ジャーナリスト賞受賞)
- 『小鳥の歌からヒトの言葉へ』岡ノ谷一夫 著、岩波科学ライブラリー、2003年