

シジュウカラに言語の核：2語を1つにまとめる力（併合）を確認

概要

京都大学白眉センターの鈴木俊貴 特定助教らの研究グループは、鳥類の1種であるシジュウカラにおいて、2つの連続する鳴き声を1つのまとまりとして認識する能力を実験的に確認しました。

ヒトの多彩な言語表現は、2つの要素を1つにまとめる力のもとに成り立ちます。例えば、「小さくて黒い犬」という表現は、「小さくて」と「黒い犬」が1つにまとまったものであり、そのうち「黒い犬」は、「黒い」と「犬」が1つにまとまった表現です。このように、2語を1つのまとまりとして認識する能力は、言語学では併合（Merge）^{※1}と呼ばれ、ヒトの言語の核であると考えられています。

シジュウカラは、仲間と共に天敵を追い払うための号令として、警戒声と集合声を連ねて鳴きます（**図1**）。この音列を1つの音源（1羽を想定）から再生すると、それを聴いたシジュウカラは天敵を追い払うために集まります。しかし、警戒声と集合声を2つの音源（2羽を想定）から別々に聴かせると、時間的には2つの音声が続いているにもかかわらず、追い払い行動を示さないことが本研究から明らかになりました。つまり、シジュウカラは単に時間的に連続する2つの音声に反応しているのではなく、「2つの音声は1個体によりまとめて発話されているか」を認識した上で、音列の意味を解釈することがわかりました。

併合は、私たちが当たり前のように使っている能力ですが、ヒト以外の動物でその存在が確認されたのは今回が初めてです。本研究は、動物のコミュニケーションとヒトの言語の新たな共通点を明らかにしただけでなく、私たちの言語がどのように進化したのか解き明かす上でも重要な知見を与えるものです。

論文は2022年9月24日にNature Communications誌にオンライン掲載されました。

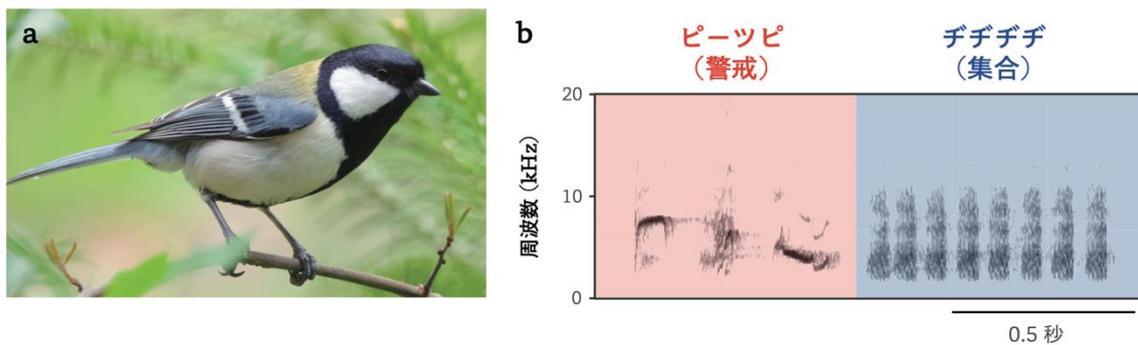


図1. シジュウカラ (a)。他個体の発した2つの異なる鳴き声の連なりを1つのまとまりと認識できる (b)。

参考資料：<https://www.nature.com/articles/s41467-022-33360-3#Sec14>

上記リンクの“Supplementary Movie 1”から、実験時のシジュウカラの様子動画をご覧いただけます。

1. 背景

ヒトの多彩な言語表現は、2つの要素を1つにまとめる力のもとに成り立ちます。例えば、「小さくて黒い犬」という表現は、「小さくて」と「黒い犬」が1つにまとまったものであり、そのうち「黒い犬」は、「黒い」と「犬」が1つにまとまった表現です。このように、2語を1つのまとまりとして認識する能力は、言語学では併合（Merge）と呼ばれ、ヒトの言語の中核であると考えられてきました。

併合はヒトに固有な能力であると考えられてきましたが、研究グループはこれまでに野鳥の1種・シジュウカラにおいて、興味深い類似性を発見しています。シジュウカラは、群れの仲間を呼び集め、共にモズなどの天敵を追い払う時、警戒を意味する「ピーツピ」と仲間を集める「ヂヂヂヂ」を一定の語順「ピーツピ・ヂヂヂヂ」に連ねて鳴くのです（**図1**）。

これまでの研究で、シジュウカラは「ピーツピ」に対しては警戒行動、「ヂヂヂヂ」に対しては集合、「ピーツピ・ヂヂヂヂ」に対しては警戒しながら集まることが明らかになっていました（Suzuki et al. 2016 Nature Communications）。しかし、聞き手のシジュウカラが「ピーツピ・ヂヂヂヂ」を1つのまとまりとして認識（併合）しているのか、2つの個別の音声の連なり（「ピーツピ」と「ヂヂヂヂ」）として認識しているのか、区別されていませんでした。そこで、本研究では、シジュウカラが2つの音声の連なりを、1つのまとまりとして認識しているかどうか実験的に検証しました。

2. 研究手法・成果

私たちは、2語を1つのまとまりと認識する力（併合）によって、ある話者が発したフレーズと、話者の意図と関係なく連なってしまった2語を区別することができます。例えば、「買って」+「きて」の2語の場合、1人の話者が発すると、聞き手は「買ってきて」という1つのフレーズとして解釈します。一方で、Aさんが「買って」、Bさんが「きて」と別々に発した場合、聞き手は2つの異なるメッセージとして解釈するでしょう。

シジュウカラの場合も同じことが言えます。もしシジュウカラが「ピーツピ」+「ヂヂヂヂ」を1つのまとまりと認識できるのであれば、これらが1羽から聴こえた場合と、2羽から別々に聴こえた場合とで、行動が変わるはず（**図2**）。一方で、もしシジュウカラに併合の力がなく、単純に聴こえた2つの音声に反応しているだけならば、それらが1羽によって発せられても、2羽によって発せられても、反応は変わらないはず（**図3**）。

シジュウカラに「ピーツピ」、「ヂヂヂヂ」の2つの音声を1つのスピーカーから連続させて聴かせる場合と、それと同じタイミングで2つのスピーカーから分けて聴かせる場合とで、行動を比較しました（**図3**）。音声再生と同時にスピーカーから5mの距離に天敵のモズの剥製を設置して、それに対するシジュウカラの追い払い行動を測定しました。



図2. シジュウカラに併合の力がある場合の結果の予想。(a) 1羽が「ピーツピ・チチチチ」と連続して発した時には適切なメッセージ（警戒しながら集まれ）を解釈し、天敵（モズ）を追い払うが、(b) 2羽が別々に鳴き声を発した時には追い払う行動を示さないと予想される。

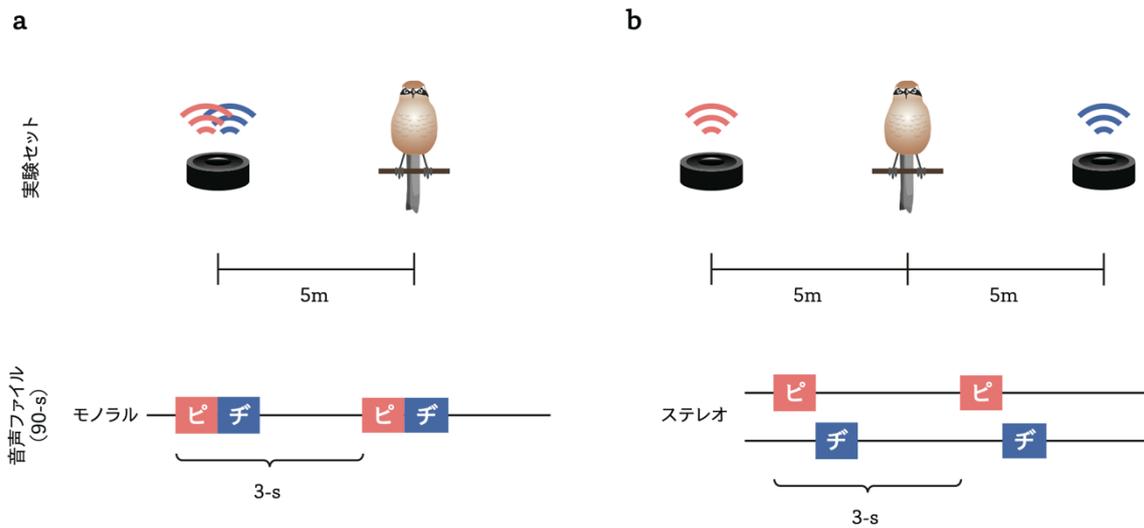


図3. 実験方法。「ピーツピ」、「チチチチ」の2音を1つのスピーカーから連続させて聴かせる場合 (a) と、それと同じタイミングで2つのスピーカーから分けて聴かせる場合 (b) とで、シジュウカラの行動を比較した。音声再生と同時にスピーカーから5mの距離に天敵のモズの剥製を設置して、それに対するシジュウカラの追い払い行動（モズへの接近と威嚇ディスプレイ）を測定しました。

調査地・調査個体数・調査時期

2020年10月～12月、長野県および群馬県の山林で、シジュウカラの群れ（計64群れ）を対象に実験をおこないました。

まとまりの認識（併合）

「ピーツピ（警戒）・ヂヂヂヂ（集合）」の連続音を1つのスピーカーから再生すると（n=16群れ）、それを聞いたシジュウカラたちは、モズの剥製の周りに集まり、威嚇のディスプレイを示すことがわかりました（**図4**）。一方で、「ピーツピ」と「ヂヂヂヂ」を2つのスピーカーから分けて再生した場合（n=16群れ）、モズの周りに集まったり威嚇のディスプレイを示したりすることはほとんどありませんでした（**図4**）。

以上より、シジュウカラは、単に耳に入った「ピーツピ」、「ヂヂヂヂ」の2音に反応しているのではなく、「これら2つの音声（1羽（1つの音源）によって発せられた1つのまとまり（メッセージ）である）」と認識して追い払い行動をとっていることが明らかになりました。つまり、シジュウカラには2語を1つのまとまりとして認識する能力（併合）があるのです。

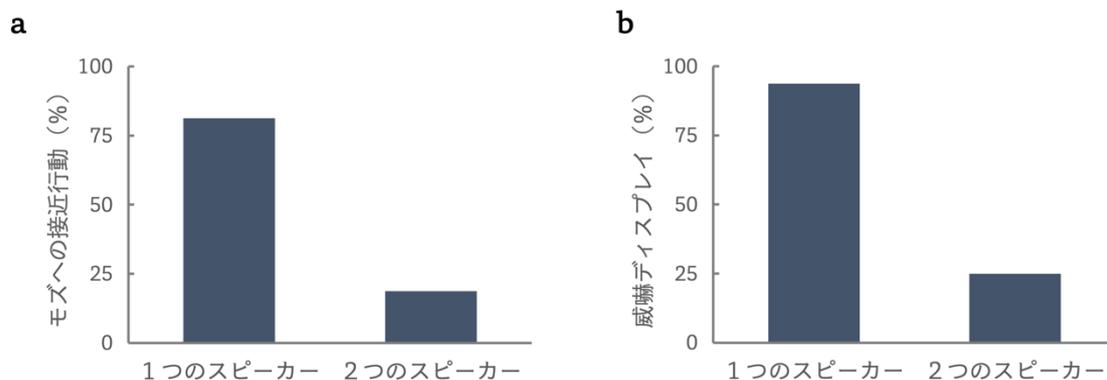


図4. 「ピーツピ・ヂヂヂヂ」の連続音に対するシジュウカラの反応。1つのスピーカーから連続させて再生すると、(a) 天敵のモズに接近し、(b) 威嚇ディスプレイをおこなう。一方で、「ピーツピ」と「ヂヂヂヂ」を2つのスピーカーから分けて再生した場合、モズへの接近や威嚇の頻度が下がる。

語順も認識

シジュウカラは「ピーツピ」と「ヂヂヂヂ」を組み合わせる際、「ピーツピ・ヂヂヂヂ」という決まった語順で発します。そこで、実験的に音声を編集して「ヂヂヂヂ・ピーツピ」という反対の語順で聴かせると、1つのスピーカー（n=16群れ）から再生しても、2つのスピーカー（16群れ）から再生しても、モズの剥製に集まったり威嚇したりすることはほとんどありませんでした（**図5**）。つまり、シジュウカラは2語（警戒声と集合声）が一定の規則に従って1羽の話者により組み合わせられた時だけ、それらを1つのまとまり（天敵を追い払うためのメッセージ）として認識することが明らかになりました。

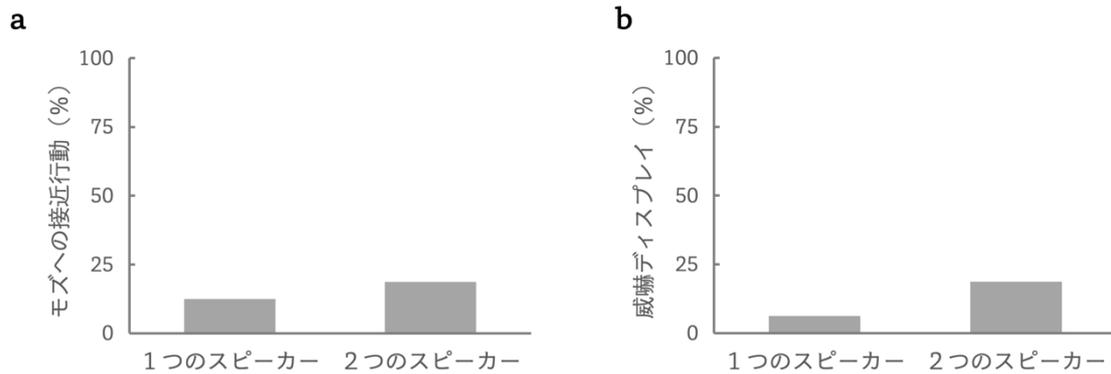


図5. 語順を逆転させた「チヂチヂ・ピーツピ」の連続音に対するシジュウカラの反応。1つのスピーカーから連続させて再生しても、2つのスピーカーから再生しても、(a) 天敵への接近や、(b) 威嚇ディスプレイはほぼみられない。

3. 波及効果、今後の予定

本研究で、研究グループはシジュウカラが2語を1つのまとまりとして認識できること（併合）を実験的に確認しました。ヒトの言語の核をなす併合という能力が、ヒトと遠く離れた分類群（鳥類）においても確認できたことは興味深い発見です。近年、シジュウカラ以外にも2つの鳴き声を連ねて発する動物（オナガザル類や他の鳥類など）が報告され始めています。これらの動物においても併合の力があるのかはまだ明らかではありませんが、今回の実験と同様の手法を用いて研究することで、動物のコミュニケーションを支える認知基盤の理解が深まることを期待しています。

4. 研究プロジェクトについて

本研究は日本学術振興会 科学研究費助成事業（JP20H05001、JP20H03325、JP19J01718）、国立研究開発法人科学技術振興機構 創発的研究支援事業（JPMJFR2149）、京都大学白眉研究費の支援を受けて進めました。

<用語解説>

※1 併合 (Merge)：2つの要素を1つにまとめる認知能力。特に、2語を1つにまとめる能力をコア併合 (core-Merge) と呼ぶことがある。

<研究者のコメント>

本研究から、2語を1つにまとめて認識する能力（併合）は、ヒトに固有なものではなく、シジュウカラにおいても進化していることが明らかになりました。ヒトの言語と動物のコミュニケーションは決して断絶されたものではなく、個々の「認知能力」に着目すれば、進化的連続性や共通点が見えてくるのだと思います。今後、野生動物のコミュニケーション研究や言語の進化研究がより盛んになることを期待しています。（鈴木俊貴）

<論文タイトルと著者>

タイトル：Experimental evidence for core-Merge in the vocal communication system of a wild passerine
(野鳥の音声コミュニケーションにおけるコア併合の実験的証拠)

著者：Toshitaka N. Suzuki, Yui. K. Matsumoto (鈴木俊貴、松本結)

掲載誌：Nature Communications DOI： <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33360-3>

PDF： <https://rdcu.be/cWgT0>