

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K18616

研究課題名(和文) 鳥類における音声コミュニケーション：複雑な情報伝達を進化させる社会要因の解明

研究課題名(英文) Exploring social evolution of vocal communication systems in birds

研究代表者

鈴木 俊貴 (Suzuki, Toshitaka)

京都大学・生態学研究センター・研究員

研究者番号：80723626

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、鳥類を対象とし、社会要因がコミュニケーションを複雑に進化させる要因となるかどうか検証にした。シジュウカラ科鳥類(以下、カラ類)は冬季に同種・他種とともに群れ(混群)を形成する。各個体の餌台への訪問の時系列データの記録や音声の録音を通して、複雑な群れ社会を形成する種や多くの鳥類種とともに群れをつくる種ほど、個体の発する音声が多くなる傾向が明らかになった。また、新たな展開として、他種との社会的結束が強い種においては、他種の音声とその意味の関連学習など、高度な認知能力も確認された。これらの結果は、社会性が認知能力の進化要因になるという社会脳仮説を支持している。

研究成果の概要(英文)：In this study, I explored whether social factors (e.g., degree of social interactions and species associations) could provide driving force for the evolution of complex communication systems in birds. Birds within family Paridae form mixed-species flocks during non-breeding seasons. Using both observational and experimental approaches, I found that species that have higher degree of social cohesion with other species produce more complex vocalizations (vocal repertoire and call combinations) than those having a lower social cohesion. Furthermore, in the area where species usually interact with other species, birds were able to learn to associate heterospecific calls with corresponding meanings. These results support "social brain hypothesis" which proposes that social complexity provides the evolutionary force for the sophisticated cognitive ability in animals.

研究分野：動物行動学

キーワード：コミュニケーション 進化 鳥類 動物行動 音声 言語

## 1. 研究開始当初の背景

近年の研究で、一部の哺乳類や鳥類が異なる鳴き声を使い分け、迫り来る捕食者の種類やみつけた食物の在処など、様々な情報を他個体に伝えることが明らかになってきた。しかし、このように複雑な音声コミュニケーションが、どのような要因によって進化したのか未だに明らかでない。

## 2. 研究の目的

本研究では、鳥類を対象に、社会性がコミュニケーションを複雑に進化させる要因となるか明らかにすることを目的とした。

シジュウカラ科鳥類(以下、カラ類)は冬季に同種・他種とともに群れ(混群)を形成する。本研究では、混群に参加する複数の鳥類種を対象に、社会要因(社会的相互作用や群れの種構成)が種特異的なコミュニケーションの複雑さや個体によるレパートリーの違いとどのような関係があるのか検証した。群れを形成し、音声によって集団行動を統制する動物においては、社会関係が複雑になればなるほど、コミュニケーションもより精巧なものへと進化すると予測される。

## 3. 研究の方法

本研究では以下2つの課題を設定し、研究をおこなった。

### 課題1) 混群における社会的相互作用がコミュニケーションの進化に与える効果

申請者の研究から、カラ類は、異なる種類の音声を状況に応じて使い分け、混群における集団行動を統制することが明らかになっている。スズメ目(カラ類を含む)に属する多くの鳥類種が、群れの提携を保つ際にはコンタクトコール、他個体を餌場に誘引する際にはフードコール、捕食者への擬攻(モビング)を促す際にはモビングコールを発する。しかし、鳥類によっては、他個体を誘引するタイプの音声をこれら3つの状況において汎用するものもいる。もし、カラ類にみられる音声使用が複雑な社会環境への適応であるならば、多くの個体と提携し、群れの動態や維持において中核をなす種(あるいは個体)の方が、音声の使い分けが洗練されると予想される。

そこで、混群における社会的相互作用(個体間の提携の強さ、種内・種間の追従関係や優劣関係)を定量化し、音声使用の複雑さとの相関関係を明らかにした。

### 課題2) 混群の種構成がコミュニケーションの進化に与える効果

複雑な社会環境がコミュニケーションの進化要因となるならば、より多くの種が混群に参加する地域では、情報伝達も複雑に発達すると予想される。そこで、本課題では、複数の鳥類群集を対象に比較研究をおこない、混群の種構成の差異がコミュニケーションの進化に与える効果を検証した。

また、上記の課題以外にも、研究を遂行するなかでいくつかの新たな展開(課題3・4)もあったので、それらについても以下に記す。

## 4. 研究成果

### 課題1) 混群における社会的相互作用がコミュニケーションの進化に与える効果

2016年度から2017年度にかけて長野県北佐久郡において野外研究をおこなった。混群に参加する鳥類種を対象に、餌台への訪問回数の時系列データを記録し、解析した結果、種間の提携は一定ではないことがわかった。シジュウカラは多くの種や個体と関わりをもち、離散集合(fission-fusion)を繰り返しながらルーズな集団を築くが、コガラやヒガラ、ヤマガラといった他のカラ類は比較的一定のメンバーと共に安定的な群れを形成する。カラ類を追従するゴジュウカラ科のゴジュウカラは、常にオス・メス2羽のつがいで行動することも明らかになった。

混群内での社会的相互作用の種間差と音声の複雑さには正の相関が確認された。シジュウカラは11種の音素を組み合わせることで175パターン以上の複雑な音列を発するが、そのほかのカラ類は3~5種の音声を3~7パターンに組み合わせるにすぎず、ヤマガラやゴジュウカラなどの混群の追従種の音声も単純であった。これらの結果は、コミュニケーションは社会的な複雑さと相関して進化したとする仮説(社会脳仮説)を支持する。

### 課題2) 混群の種構成がコミュニケーションの進化に与える効果

2016年度から2017年度にかけて、長野県、滋賀県、隠岐島、石垣島、福岡県、北海道などの異なる鳥類群集においてシジュウカラやヤマガラの音声を録音した。

ヤマガラにおいては音声の構造に大きな地域差はみられなかったが、シジュウカラにおいてはシラブルの音響構造に地域差が確認された。また、混群に参加する種が多いほ

ど、音声の多様性が増す傾向も確認された。この結果は、社会関係が複雑になればなるほど、コミュニケーションも多様化するという本課題の予測に合致する。

### 課題3) シジュウカラの音声における文法能力と他種音声の認知

シジュウカラは異なる情報をもつ音声を一定の語順に組み合わせ、構成的な情報を他個体に伝える。捕食者を追い払う際に、警戒音声(ABC)と集合音声(D)を一定の語順(ABC-D)に組み合わせ(Suzuki 2014 *Anim. Behav.*), この音声を聞くと受信者は周囲を警戒(スキヤニング)しながら音源に接近する(Suzuki et al. 2016 *Nature Commun.*)。

申請者は、コガラと共に混群を形成する長野県のシジュウカラを対象として、コガラの音声をシジュウカラがどのように認識するのか人工的に合成した音声を用いて検証した。その結果、シジュウカラはコガラの集合音声を自種の集合音声と音響的に区別しつつも、同様の反応(接近)を示すことが明らかになった。

次に、この異音同義性を用いて、シジュウカラが文法のルールを当てはめることで初めて聞いた人工音列からでも正しく情報を読み解けることを明らかにした(図1)。成果は *Current Biology* 誌に掲載され、*Science* 誌においても大きくハイライトされた。

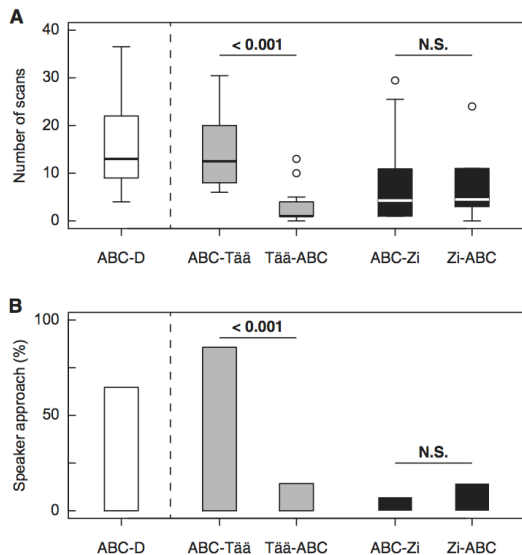


図1) シジュウカラは警戒音声(ABC)と集合音声(D)の組み合わせに対して周囲を警戒(スキヤニング)しながら音源に接近する。このような反応は、集合音声を他種の異音同義語(Taa)に入れ替えた場合にも、誘発されることがわかった。一方で、音声の順序を入れ替えたり、他種の警戒音声(Zi)と組み合わせた場合には、合成的な反応はみられなかった。

### 課題4) 音声の指示性と視覚的注意の喚起

シジュウカラは捕食者であるアオダイショウに遭遇すると、特異的な音声を発して警戒する。この音声は同種他個体に特異的な探索行動を促すことがわかっていた。本課題では、この音声と同種他個体に対してへび状の物体に対する視覚的喚起を促すことを明らかにした(図2)。本研究は、対象を指し示す音声信号と視覚情報のクロス・モーダルな統合を動物において初めて明らかにした成果となり、*PNAS* 誌に掲載された(表紙を飾った)。

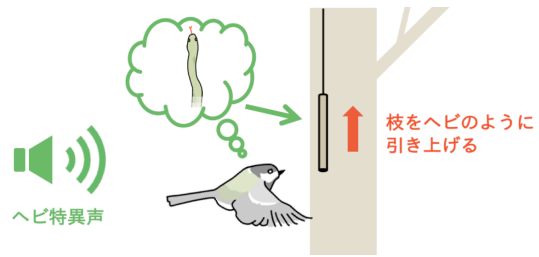


図2) へび特異的な鳴き声を聞かせると、幹を這わせた小枝に接近。音声はへびに関する視覚情報(探索像)を想起させ、へび状の物体への注意を高める。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- [1] Suzuki, T. N.\* (2018) Alarm calls evoke a visual mental image of a predator in birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* 115: 1541–1545. [査読有] 《表紙を飾った》
- [2] Griesser, M.\*<sup>a</sup>, Wheatcroft, D.<sup>a</sup> & Suzuki, T. N.<sup>a</sup> (2018) From bird calls to human language: exploring the evolutionary drivers of compositional syntax. *Current Opinion in Behavioral Sciences* 21: 6–12. [査読有] (総説) a印は共同筆頭著者
- [3] Suzuki, T. N.\*, Wheatcroft, D. & Griesser, M. (2017) Wild birds use an ordering rule to decode novel call sequences. *Current Biology* 27: 2331–2336. [査読有]
- [4] Suzuki, T. N.\* & Kutsukake, N. (2017) Foraging intention affects whether willow tits call to attract members of mixed-species flocks. *Royal Society Open Science* 4: 170222 (1–8) [査読有]

〔学会発表〕（計 8 件）

- [1] 鈴木俊貴「鳥の鳴き声と言語の進化～行動生態のその先へ～」日本生態学会第 65 回大会, 第 22 回日本生態学会宮地賞受賞講演, 2018 年 3 月
- [2] 鈴木俊貴「文法を操る鳥類の発見」『みんなのジュニア生態学講座』日本生態学会第 65 回大会, 2018 年 3 月
- [3] 水元惟暁・鈴木俊貴「構成的アプローチによる行動進化の仮説検証」日本生態学会第 65 回大会, 2018 年 3 月
- [4] 鈴木俊貴「鳥類の鳴き声から言語の進化を考える」『若者のための生態学アラカルト～機能・共生・言語～』日本動物学会中部支部会, 2017 年 12 月
- [5] 鈴木俊貴「シジュウカラの鳴き声にみる構成性と文法規則」『動物行動学会・夏の学校』KOUDOU2017, 2017 年 9 月
- [6] 鈴木俊貴「文法を操るシジュウカラは初めて聞いた文章だって正しく理解できる」日本鳥学会 2017 年度大会 A23, 2017 年 9 月
- [7] Griesser, M., Suzuki, T. 「Social learning provides fitness benefits in a family-living bird species.」 Behaviour 2017, Lisbon, Portugal, 2017 年 8 月（査読有り）
- [8] 鈴木俊貴「文法を操るシジュウカラは初めて聞いた文章だって正しく理解できる」KOUDOU2017 P-128, 2017 年 8 月

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：

番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

解説記事

- [1] 鈴木俊貴 (2018) 「シジュウカラのイメージ力」野鳥 (印刷中)
- [2] 鈴木俊貴 (2017) 「シジュウカラの文法能力」生態学研究センターニュース 138: 6.
- [3] 鈴木俊貴 (2017) 「ここまでわかった！シジュウカラのことば」野鳥 813: 1-9.
- [4] 鈴木俊貴 (2017) 「鳥類言語学入門：シジュウカラの単語と文法」BIRDER 31(4): 22-23.

招待講演

- [1] 鈴木俊貴「シジュウカラの音声言語：単語・文法の起源を求めて」北海道大学, 2018 年 3 月
- [2] 鈴木俊貴「鳥の鳴き声に単語や文法？シジュウカラ語・大研究」シニア自然大学校, 2018 年 2 月
- [3] 鈴木俊貴「鳥の鳴き声に単語や文法？シジュウカラ語・大研究」兵庫県立大学, 2017 年 12 月
- [4] 鈴木俊貴「鳥の鳴き声に単語や文法？カラ類の音声研究・最前線」森林生物学セミナー 京都大学, 2017 年 12 月
- [5] 鈴木俊貴「鳥の会話を科学する～シジュウカラの音声研究」NHK 文化センター京都教室, 2017 年 12 月
- [6] 鈴木俊貴「鳥類の鳴き声から言語の進化を考える」『鳥類学講座』日本野鳥の会, 2017 年 9 月
- [7] 鈴木俊貴「鳥の「会話」を科学する～シジュウカラの音声研究・最前線」NHK 文化センター名古屋教室, 2017 年 8 月
- [8] 鈴木俊貴「単語から文をつくるシジュウカラ～進化する情報伝達～」緑と水の市

民カレッジ, 2017年7月

- [9] 鈴木俊貴「鳥類言語学入門・シジュウカラの単語と文法」『野鳥講演会』豊田市自然観察の森, 2017年5月

ホームページ等

[http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research\\_results/2017/180130\\_1.html](http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2017/180130_1.html)

[http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research\\_results/2017/170728\\_1.html](http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2017/170728_1.html)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

鈴木 俊貴 (SUZUKI, Toshitaka)

京都大学・生態学研究センター・研究員

研究者番号: 80723626

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号:

### (4) 研究協力者

( )