

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

(1/1)

研究題目	鳴禽類のタップダンス様求愛行動から見る発声とジェスチャーの統合・制御メカニズム		報告書作成者	太田菜央
研究従事者	太田菜央			
研究目的	<p>歌いながら手を叩く、足を踏み鳴らすといった複雑な行動は、迅速かつ適切な感覚情報処理と運動制御が必要である。このような能力は、ヒト特有のものだろうか？また、どのような神経基盤に支えられているのだろうか？これらの問いに挑む上で、ヒト以外の動物種に目を向けることは有効な手段の1つである。</p> <p>鳥類はしばしば、ヒトと同等かそれ以上に複雑な発声や身体運動によるコミュニケーションをおこなう。中でも鳴禽類 (songbird) に属する鳥類は他個体から歌 (さえずり) を聴いて練習を繰り返すという、ヒトの言語学習と多くの共通点を持つ過程を経て求愛の歌を獲得する。鳴禽類の中でもカエデチョウ科と呼ばれる科に属する鳥は、飼育が容易であり幼鳥から成鳥に到るまでの数週間から数ヶ月の間に歌学習期が限られていることから、発声行動がなぜ、どのように行われているのかを調べる上で最適な研究対象種である。そのため、神経メカニズムから行動の機能的意義に至るまで幅広い観点から研究がおこなわれてきた。</p> <p>カエデチョウ科の鳥類は求愛の際に、歌と同時に儀式化された身体運動 (ジェスチャー、いわゆるダンス) をおこなうことが知られている。精巧なダンス行動は求愛コミュニケーションに重要な役割を担っていると考えられるにもかかわらず、ダンスに着目した研究は歌の研究と比較して驚くほどに少ない。ゆえに複雑な歌とダンスがどのように統合され、どのような神経メカニズムにより制御されているのかは未解明であった。</p> <p>本研究の研究対象種であるセイキチョウ (青輝鳥) は歌と同時に、タップダンスのような高速運動で脚から音を出すという独特な求愛行動をおこなう。このタップダンス様求愛ダンスは、申請者の過去研究においてハイスピードカメラを用いた撮影を実施することで初めて発見された極めて高速かつ複雑な行動である (Ota et al. 2015)。この行動の特徴的な点として、身体運動が視覚的なアピールに加えて、止まり木を強く叩く運動により非発声由来の音や振動の産出に寄与していることが挙げられる。この行動はその独特さが興味深いだけでなく、ダンス行動を歌と同時に音声解析により定量化できるという点から、歌とダンスの統合性を調査する上で有用である。</p> <p>そこで本研究はセイキチョウの歌とダンスに着目し、(1) 歌とダンスの統合性に関して特に個体差に着目した行動解析をおこなうとともに、(2) 歌を制御する神経メカニズムがダンス行動に関与している可能性を検討する。これらの調査は、ヒトを含む動物の視聴覚コミュニケーションのメカニズムと機能を理解する上で新規かつ重要な知見を提供するだろう。</p>			

研究内容

本研究はマックスプランク鳥類学研究所(ドイツ)が所有するルリガシラセイキチョウ(瑠璃頭青輝鳥、*Uraeginthus cyanocephalus*、以下セイキチョウと記載)を用いて実施した。セイキチョウは社会的な一夫一妻制の鳴禽類(songbirds)カエデチョウ科に属する10グラム前後の小鳥である。カエデチョウ科鳥類は求愛に歌とダンスをおこなうが、歌とダンスの特徴やその性差(歌い踊るのが雄のみか、雌雄か)種によって異なる。セイキチョウは雌雄ともに巣材をくわえながらジャンプを繰り返す、歌をうたうという複雑な求愛行動を雌雄ともにこなす。しかもこのジャンプにはタップダンスのような脚の高速運動が含まれており(図1、Ota et al. 2015)、これにより非発声由来の音を発していると考えられる(Ota et al. 2017)。この行動は極めて高速で複雑であることが興味深いだけでなく、ジャンプのタイミングや1ジャンプ中のタップ回数を測定することで比較的容易にダンス行動を定量化できるという利点がある。本研究はセイキチョウのタップダンス様求愛行動に着目し、以下の2点の研究をおこなった。

【研究1】 歌とダンスと統合性とその個体差

ルリガシラセイキチョウ雌雄を録音箱に導入し、歌とダンスの撮影、録音をおこなった。歌とダンスが確認できた個体の音声データを用いて、タップ音が歌中のどのタイミングで行われているか調査した。セイキチョウのタップダンス様求愛行動は1ジャンプ毎に明瞭な音を発するため、歌と同時にソナグラム(声紋)上でそのタイミングを観察することができる(図1、2)。歌の開始点と歌中のダンスの開始点の差分を潜時として測定し、個体毎に比較した。その結果、セイキチョウが歌中にダンスを開始するタイミングには明瞭な個体差が見られることがわかった。また、そのタイミングのばらつき度合いにも個体差が観察された。このことから、セイキチョウは歌とダンスを同時におこなう際に個体毎に独自のタイミングを持つこと、歌とダンスの同調性の高さにも個体差が見られることが明らかになった。このことは、歌とダンスの統合性が個体情報を反映するという予測を支持する。

【研究2】 歌とダンスの制御機構:産出に関わる神経基盤は共通か、独立か?

鳴禽類において歌の産出に重要な役割を果たすことが知られている歌神経核 HVC に着目し、ダンス行動への影響を検討した。HVC を除去された成鳥は、幼鳥が練習している時のような、構造が曖昧でテンポの安定しない歌をうたうようになる。HVC が担う歌の制御メカニズムは多くの研究で調べられている一方で、歌に付随するダンスへの影響はこれまで調べられてこなかった。本研究ではセイキチョウの HVC 除去実験をおこない、除去前との歌とダンスの行動変化の有無を調査した。その結果、HVC を除去したセイキチョウは先行研究における他の鳴禽類の結果と同様に歌の構造が崩れ、不安定な歌をうたうようになった(図2)。一方で、ダンス行動の産出およびそのパフォーマンスには変化が見られなかった。このことはダンスが歌とは異なる制御メカニズムを有していることを示唆するものである。

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

(1/1)

<p>研究のポイント</p>	<p>1. セイキチョウは個体ごとに独自のタイミングで歌中にダンスを挿入する。 過去のいくつかの研究では、鳥類の歌とダンスについて種レベルで統合性があることを確認した例はあるものの、種内の個体差について検討した研究はなかった。本研究ではセイキチョウの歌とダンスの同調のタイミングや統合性の高さが個体によって異なることを明らかにし、歌とダンスの統合性が個体の情報を伝えるコミュニケーション信号として機能しうることを示した。</p> <p>2. 歌神経回路 HVC はダンス行動の産出やパフォーマンスに影響しない。 鳴禽類の多くは歌と同時にダンスをおこなうにもかかわらず、これまで歌を制御する神経メカニズムがダンスに影響する可能性を調べた研究はなかった。本研究では歌神経核 HVC がダンス行動の産出とパフォーマンスに影響を与えないことを確認したが、ダンスが歌と合わせて産出されることを考えるとこの結果は些か意外であった。</p>
<p>研究結果</p>	<p>【研究1】 歌とダンスと統合性とその個体差 セイキチョウの歌とダンスについて行動解析を実施した結果、セイキチョウの求愛行動の歌中にタップを挿入するタイミングにははっきりとした個体差を見出した。このことは、歌とダンスの統合性が個体情報を反映するという予測を支持する。</p> <p>【研究2】 歌とダンスの制御機構：産出に関わる神経基盤は共通か、独立か？ 鳴禽類において歌の産出に重要な役割を果たすことが知られている歌神経核 HVC の除去実験をおこない、除去前との行動を比較した。その結果、HVC を除去したセイキチョウは先行研究における他の鳴禽類の結果と同様に歌の構造が崩れ、不安定な歌をうたうようになった一方で、ダンス行動の産出およびそのパフォーマンスには変化が見られなかった。このことはダンスが歌とは異なる産出メカニズムを有していることを示唆するものである。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>【研究1】 本研究では歌とダンスの統合性に関して個体差があることを見出したが、その個体差が具体的に何を反映するのかについてはサンプルサイズの少なさから解明には至らなかった。今後は歌とダンスの統合性が性別や体格、年齢など個体情報を反映する可能性を検討する必要がある。若齢時と高齢時の個体内変動を比較することや、同じ親に育てられたきょうだい間の比較をすることで、ダンスの発達と学習の影響を調査することも、歌とダンスの統合性の機能を理解する上で重要な観点となるだろう。</p> <p>【研究2】 今回の実験ではダンス行動に対する HVC の影響は見られなかった。HVC 除去後の歌中のダンスのタイミングにはばらつきが見られたが、これがダンスの歌との統合を HVC が制御するからなのか、単に歌の構造が崩れたことに起因するのかは今回の実験からは特定することができない。他の歌神経核や神経回路が関与している可能性も含め、異なる観点や手法を用いた実験を継続する必要があるだろう。</p>

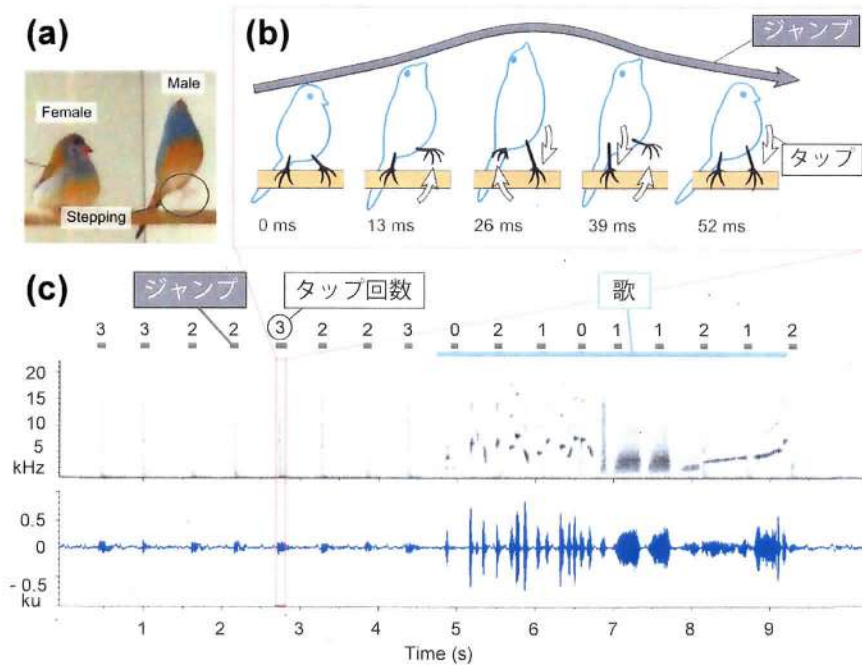


図1. セイキチョウの求愛行動の概要。(a) 求愛中のセイキチョウオス(右)とそれを見守るメス(左)。求愛中は巣材をくわえ、ジャンプを繰り返しながら歌をうたう。(b) 1ジャンプ中に行われるタップダンス行動の概略図。(c) 求愛行動中の音(声紋と波形)。1度のジャンプで足を地面に何度も叩きつける(b)ことで、歌だけでなく、ダンス中にも明瞭な音が発せられる。

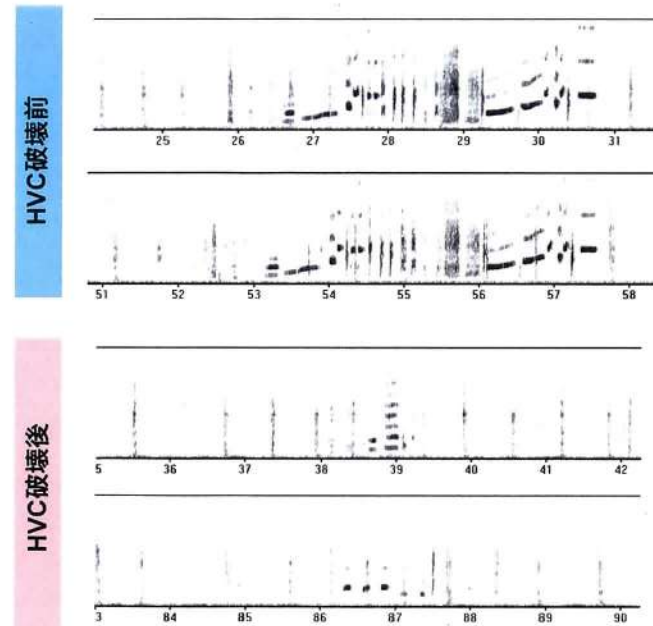


図2. セイキチョウHVC破壊前後の歌とダンスの変化。HVC破壊前(上)は定型的な歌をうたうが、破壊後(下)では短く、規則性のない歌をうたった。一方で、ダンス時に発せられる音は破壊後にも明瞭に観察できた。