

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20H04490

研究課題名(和文)音楽性の起源：聴覚リズム・メロディの予測に関する比較認知科学的研究

研究課題名(英文)Evolutionary origins of musicality: Comparative cognitive study about an ability to anticipate auditory rhythm and melody

研究代表者

服部 裕子(Hattori, Yuko)

京都大学・ヒト行動進化研究センター・助教

研究者番号：60621670

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：ダンスや合唱といった音楽はヒトに普遍的なコミュニケーションだと言われているものの、その進化的な起源はまだ十分に明らかにされていない。本研究では、ヒト、チンパンジー、テナガザルを対象に、聴覚リズムを提示し、その際の瞳孔反応や行動反応を分析することで、リズムに対する感受性や特性を明らかにし、ヒトの音楽性の進化的起源を考察することを目的に研究を行った。具体的には、( ) テナガザルのアイトラッキング実験場面の確立、( ) 聴覚オッドボール課題における瞳孔の変化：ヒト・チンパンジー・テナガザルの種間比較、( ) チンパンジーのディスプレイ行動の解析を行い、その特徴を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、初めてテナガザルを対象にアイトラッキング技術を用いて視線及び瞳孔反応を測定できる状況確立した。これにより、類人猿でも発声能力が高いテナガザルの認知能力の特性をより明らかにできる基盤を整えた点は学術的意義が大きい。また、道具を用いたチンパンジーのディスプレイについては、パントフットディスプレイと同様の時系列的構造(Introduction, Development, Climax, Letdown)が確認された。これは、ある程度の長さのあるリズムカルなディスプレイは、共通の機能をもっており、覚醒状態を下げるといった同じ目的のために表現されている可能性が考えられる。

研究成果の概要(英文)：Although music, such as dance and choral music, is said to be universal human communication, its evolutionary origins are not yet fully understood. In this study, research was conducted in humans, chimpanzees and gibbons with the aim of clarifying their sensitivity and characteristics to rhythm and considering the evolutionary origins of human musicality by presenting auditory rhythms and analysing their pupillary and behavioural responses during such rhythms. Specifically, (i) eye-tracking experimental scenes were established for gibbons, (ii) pupillary changes during an auditory oddball task: an interspecies comparison between humans, chimpanzees and gibbons, and (iii) analysis of chimpanzee display behaviours was conducted to clarify its characteristics.

研究分野：比較認知科学

キーワード：アイトラッキング 聴覚コミュニケーション リズム生成 リズム知覚

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ダンスや合唱といった音楽は世界中の民族や文化で取りいれられており、ヒトに普遍的なコミュニケーションだと言われているものの、その進化的な起源はまだ十分に明らかにされていない。そこで本研究では、ヒトとヒトに系統発生的に近い類人猿を対象に、様々な聴覚リズムの知覚や生成を分析し、その特徴を明らかにすることで、ヒトの音楽性の進化的起源の解明をめざすことを目的とした。特に、テナガザルは、雌雄で複雑なデュエットを歌うなど、高度な発声能力をもつことが知られているものの、認知研究は非常に数が少なく、その特性はあまりよくわかっていない。本研究は、そうした発声能力に優れた類人猿であるテナガザルと、チンパンジーおよびヒトを比較することで、リズム知覚と発声との関係を明らかにできると期待される。

### 2. 研究の目的

リズム知覚については、アイトラッカーを用いてリズム提示時の瞳孔変化を測定することで、ヒト、チンパンジー、テナガザルのリズム知覚の特性を明らかにすることを旨とした。しかしながら、テナガザルについては、これまでアイトラッキング技術が適応されたことじたいが無かった。従って、まず本研究では、(1)テナガザルのアイトラッキング実験場面の確立を行った。次に、ヒト、チンパンジー、テナガザル3種に適應できる聴覚オッドボール課題を確立し、(2)霊長類3種を対象にした聴覚オッドボール課題における瞳孔の変化を測定した。最後に、(3)リズムミカルな動きをともなうチンパンジーのディスプレイの時系列的特性を分析し、その特徴を明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

研究の(1)と(2)については、非拘束型のアイトラッカー(Tobii TX300)を用いて訓練および実験を行った。

#### (1) テナガザルのアイトラッキング実験場面の確立

テナガザルについては、アイトラッキングの実験自体が初の試みであるため、まずは成体3個体を対象にして、実験場面の確立と当該技術の使用可能性を検討した。日常の生活場所で、室内の光環境をコントロールし、機材や実験環境への段階的な馴致をおこなった(図1)。



#### (2) 聴覚オッドボール課題における瞳孔の変化：ヒト・チンパンジー・テナガザルの種間比較

まずは様々な聴覚刺激と条件の予備実験をチンパンジーとテナガザルで実施した。音圧のレベルも変えながら、本研究課題に適した実験デザインになるように調整した。テストフェーズ時の注視時間を延ばすために、視覚刺激(風景写真など)を提示しその間に音刺激を再生するデザインを作成した。視覚刺激は異なる音刺激間で同じものを用いて、順番はランダムに提示した。聴覚刺激は、純音2種(高音、低音)およびホワイトノイズを用いた。1試行では、5種類の視覚刺激が継続的に提示され、その間に聴覚刺激も提示された。聴覚刺激は、3 - 5番目の視覚刺激が提示されている際に、新規音が提示された。チンパンジー8個体とテナガザル2個体でのデータ収集をした後、ヒト20人に同じ実験を行うことで、データを収集した。

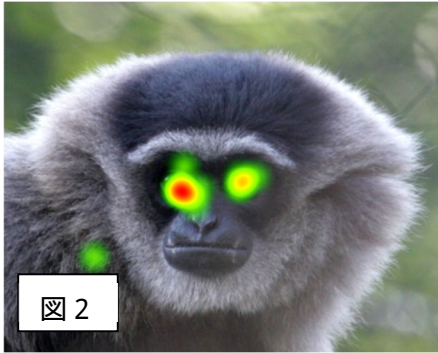
#### (3) チンパンジーのディスプレイ行動の解析

飼育下のチンパンジー(オス、1頭)について、道具を用いてリズムミカルなディスプレイを自発的に行うことが観察された。そのため、その様子を継続的に動画撮影し、そのリズムや展開の特性、また発声とのタイミングなどについて分析を行った。

### 4. 研究成果

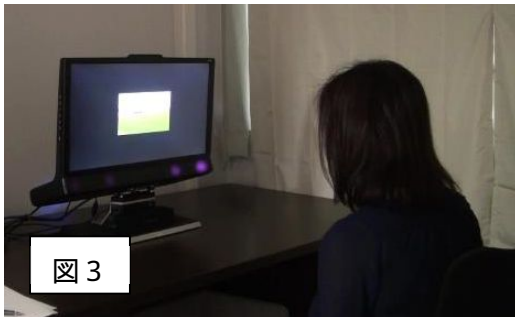
#### (1) テナガザルのアイトラッキング実験場面の確立

ヒトや大型類人猿と同様の方法によって、テナガザルでもアイトラッキング技術が使用できることが初めて確認できた。訓練の結果、3個体ともチンパンジーやヒトと同程度の高精度でキャリブレーションに成功した。次いで、視覚刺激を提示しその視線反応を調べるため、2種類の実験をおこなった。a) 視覚刺激の種類による注意：顔と風景の2条件の視覚刺激への注視時間を比較した。b) 同種と異種の顔刺激への注意：テナガザルとヒトの顔写真への注視時間および注視する領域やその順番を比較した。その結果、他の霊長類と同様に、a)では視覚刺激が提示されている領域に注視点がより集中し、また風景よりも顔といった社会的刺激の方がより注視時間が長い傾向がみられた。またb)については、同種、異種(ヒト)ともに顔刺激への注視時間や頻度は高かったが、同種他個体の顔刺激に対する注視行動の方がより高い傾向がみられた。ま



た、顔の中でも特に目の領域により視覚的注意が集まることもわかった（図2）。これらのことから、テナガザルにもアイトラッキングの技術は適応可能であり、視覚刺激については、他の霊長類と同様の傾向がみられることが明らかになった。テナガザルのアイトラッキング技術適用の方法および顔を風景より長く注視するなどの視覚的注意の特性を調べた実験の結果は、国内の学会で発表し、国際学術誌に投稿し改稿中である。また、同種と他種の顔刺激を用いた実験についても結果を報告すべく、準備している。

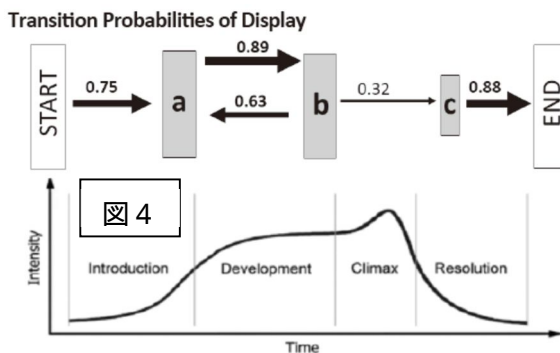
（2）聴覚オッドボール課題における瞳孔の変化：ヒト・チンパンジー・テナガザルの種間比較



ヒトとチンパンジーで直接比較可能な質の高い瞳孔サイズ変化のデータを収集することができた。テナガザルについても同じ実験でデータを収集することができたものの、他の2種と比べるとデータ欠損が多く、補正などの処理を行っている。今後はそれらのデータをもとに、示した音の種類やタイミングの条件ごとに、瞳孔サイズの変化を分析し、種差を明らかにする（ヒト実験の様子：図3）。

（3）チンパンジーのディスプレイ行動の解析

動画分析の結果、リズムの速さにもとづいて、変遷の順序確立を分析したところ、4つの特徴的なフェーズ（Introduction, development, climax, let-down）にわかれることが明らかになった（図4）。



これらの特徴は、チンパンジーがパントフットを生成するときに行うディスプレイにも共通している。また、発声についても分析を行ったところ、パントフットディスプレイでのフェーズに合致した特徴の発声が、各フェーズで生成されていることもわかった。従って、道具を用いた新しいディスプレイは、パントフットと同様の表現構造をもっており、その機能も類似したものであると考えられる。これらの結果は、国際学会で発表した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 服部裕子	4. 巻 48
2. 論文標題 ヒトとチンパンジーにおけるアイトラッキング研究	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 バイオメカニズム学会誌	6. 最初と最後の頁 22-27
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 打越 万喜子	4. 巻 39
2. 論文標題 書評 井上陽一 著、岡ノ谷一夫 コーディネーター 『歌うサル テナガザルにヒトのルーツをみる』	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 霊長類研究	6. 最初と最後の頁 66
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 服部裕子	4. 巻 48
2. 論文標題 ヒトとチンパンジーにおけるアイトラッキング研究	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 バイオメカニズム学会誌	6. 最初と最後の頁 22-27
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 打越 万喜子	4. 巻 39
2. 論文標題 書評 井上陽一 著、岡ノ谷一夫 コーディネーター 『歌うサル テナガザルにヒトのルーツをみる』	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 霊長類研究	6. 最初と最後の頁 66
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuko Hattori	4. 巻 44
2. 論文標題 Bonding system in nonhuman primates and biological roots of musicality	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Behavioral and Brain Sciences	6. 最初と最後の頁 e77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0140525X2000148X	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuko Hattori	4. 巻 NA
2. 論文標題 Behavioral Coordination and Synchronization in Non-human Primates	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Comparative Cognition	6. 最初と最後の頁 139-151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-16-2028-7_9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計6件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Hattori, Y.
2. 発表標題 Characteristics of auditory rhythms in drumming with tools and the pant-hoot displays by a chimpanzee (Pan Troglodytes).
3. 学会等名 IBAC (International Bioacoustics Society/Congress) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 打越万喜子・服部裕子・ユ リラ
2. 発表標題 テナガザルへのアイトラッキング技術の導入
3. 学会等名 第68回プリマーテス研究会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Hattori, Y
2. 発表標題 Characteristics of auditory rhythms in drumming with tools and the pant-hoot displays by a chimpanzee (Pan Troglodytes).
3. 学会等名 IBAC (International Bioacoustics Society/Congress) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 打越万喜子・服部裕子・ユ リラ
2. 発表標題 テナガザルへのアイトラッキング技術の導入
3. 学会等名 第68回プリマーテス研究会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Yuko Hattori, Andre Gonsalves
2. 発表標題 Pupillary responses to unexpected visual and auditory stimuli in chimpanzees
3. 学会等名 第82回日本動物心理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 打越万喜子、ユ リラ、服部裕子
2. 発表標題 テナガザルのアイ・トラッキング：顔写真をどのように見るか
3. 学会等名 第76回日本人類学会大会・第38回日本霊長類学会大会連合大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 Yuko Hattori	4. 発行年 2023年
2. 出版社 Springer Nature	5. 総ページ数 -
3. 書名 "Diverse Sound Use and Sensitivity in Auditory Communication by Chimpanzees (Pan troglodytes)" in Acoustic Communication in Animals	

1. 著者名 服部裕子	4. 発行年 2023年
2. 出版社 河出書房新社	5. 総ページ数 -
3. 書名 14歳の世渡り術『生きものは不思議』（「チンパンジーに音楽の起源を探る」）	

1. 著者名 服部裕子	4. 発行年 2023年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 -
3. 書名 霊長類学の百科事典（「霊長類における芸術 - 絵画と音楽」、「他者の視点の理解」、「三項関係の理解の系統発生」、「向社会行動の認知基盤」	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	ユ リラ  (Yu Lira)  (60760709)	東京大学・大学院総合文化研究科・特別研究員    (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
オランダ	アムステルダム大学			