

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：35413

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K13166

研究課題名(和文) 実験用ラット・マウスとヒトとの間の超音波コミュニケーションの試み

研究課題名(英文) The possibility of ultrasonic vocalizations between mice and humans.

研究代表者

菱村 豊 (Hishimura, Yutaka)

広島国際大学・心理学部・教授

研究者番号：90293191

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：齧歯類はヒトに対して超音波発声するのかどうかをマウスを使って検討した。まず、マウス間の超音波発声について、用意した装置で録音解析できることを確かめ、行動データの関連性を分析した。次に、被験体に対して長期間(6ヶ月間)ハンドリングを実施した上で録音実験をおこなったが、マウスのヒトに対する超音波発声は確認できなかった。また筆を用いてマウスにくすぐり刺激を与える実験をおこなったが、ラットとは違い超音波発声は確認できなかった。

研究成果の概要(英文)：We investigated the possibility that mice emit ultrasonic vocalizations (USVs) toward humans. First of all, we confirmed that we can record and analyze the USVs between mice. Next, we conducted the recording experiments with the mice habituated with handling by a human for a long time (six months), but we could not confirm the USVs toward humans. We also could not confirm that, unlike rats, mice emit the USVs in response to tickling by brush stroke.

研究分野：実験心理学

キーワード：マウス 超音波発声 異種間コミュニケーション

1. 研究開始当初の背景

実験用ラット・マウスは、人間の耳には聞こえない超音波を使い、仲間とコミュニケーションを取っていることがわかっている。特にマウスに関しては、海外を中心に研究が盛んにおこなわれるようになってきており、30~90 kHz の超音波成分を使った音声を確認されている (Holy & Guo, 2005)。しかし、齧歯類がヒトを含めた異種他個体に対して超音波発声をおこなっているかどうかを検討した研究は見あたらない。もし齧歯類が同種他個体だけではなく、ヒトに対しても超音波発声をおこなうことがあるならば、それを手がかりに齧歯類とヒトとが超音波を使って意思疎通ができるかもしれない。動物に人工言語を教えて意思疎通を図るのではなく、動物が普段利用している音声コミュニケーションを解析し利用しようとする研究は、おそらく初めてであろう。

2. 研究の目的

本研究の目的は、齧歯類(マウス、ラット)とヒトとの間で超音波を介したコミュニケーションが可能かどうかを検討することである。そのためにまず最初におこなったのは、被験体マウスに対して、通常の行動実験よりも長期間ハンドリング(実験者や実験環境に馴らす訓練)を実施することで、ヒトとの信頼関係を構築することであった。その上で、様々な環境下でマウスの超音波発声を録音解析することにした。

実験1(2015年度)では、マウス間の超音波発声を録音した上で、その際の行動との時間的な対応関係について分析することにした。また実験2(2015年度)では、実験者がハンドリングをおこなっている際の、マウスの超音波発声の有無を確認することにした。実験3(2016年度)では、実験2の結果を受けて、ヒトが近くにいる場面でもマウス間の超音波発声が記録できるかどうかを確認することを目的とした。実験4(2017年度)は、マウスにくすぐり刺激を与えることで、情動的な超音波発声が観察できるかどうかを目的とした。ラットではくすぐり刺激を与えると、特徴的な超音波発声をする事が報告されている(Panksepp & Burgdorf, 2003)が、マウスでは確認されていない。

3. 研究の方法

(1)実験1(2015年度)の方法

マウスのヒトに対する超音波発声を確認する前に、比較対象となるマウス同士の超音波発声を録音解析した。防音箱内に超音波マイクと行動記録用のビデオカメラを設置し、個別飼育した ICR マウス同士(オス6ペア、メス6ペア)の行動を居住者-侵入者テスト法で5分間記録した。超音波発声は192kHzのサンプリングレートで記録し、ソフトウェア BatSound Pro (Pettersson)でスペクトラム解析をおこなった。ビデオカメラによる行

動データは30フレーム/秒で記録し、ソフトウェア Observer XT (Noldus)を使って、100 msec の固定間隔サンプリング法で解析をおこなった。

(2)実験2(2015年度)の方法

マウスはヒトに対して超音波発声をおこなうかどうかを検討した。ICR マウス(オス10匹、メス8匹、いずれも実験開始時8週齢)にハンドリング(週3回、1回5分間)を長期間(2ヶ月、4ヶ月、6ヶ月)をおこない、ハンドリング時の実験者に対するマウスの発声を5分間記録した。ハンドリング時には被験体のストレスを減らすため照明を暗くした(20 lux)。録音装置として、バットディテクターと高周波録音用レコーダーを使用した。

(3)実験3(2016年度)の方法

実験2では長期のハンドリングをおこなったものの、ヒトとの接触場面においてマウスの超音波発声は一度も見られなかった。そこで実験3では、マウスとヒトが1対1で接触する場面ではなく、マウスの超音波発声が観察されている同種他個体との社会的接触場面に、ヒトが介在する形で実験をおこなった。個別飼育した ICR マウス(オス10匹、メス10匹、いずれも実験開始時4ヶ月齢)を使用した。実験環境への馴化をおこなった後に、被験体は同性または異性の他個体1匹と5分間一緒にされた。またその際に、マウスのケージを実験協力者が持って観察をおこなう場合と、実験協力者が近くにいない場面で観察をおこなう場合の、2つの実験場面を設定した。1匹の被験体は4条件(同性または異性他個体との接触×ヒト介在またはヒト非介在場面)全てに使用した。録音装置として、バットディテクターと高周波録音用レコーダーを使用した。また、同時に記録した行動のビデオデータとの時間的対応関係について解析した。

(4)実験4(2017年度)の方法

ラットはヒトからのくすぐり刺激に対して超音波発声するという先行研究を元に、マウスのくすぐり刺激に対する反応を検討した。被験体として、個別飼育した ICR マウス(オス成体(2ヶ月齢)5匹、メス成体5匹、オス幼体(5週齢)2匹、メス幼体2匹)を使用した。実験環境への馴化をおこなった後に、絵筆を使って被験体の背中や体側面を10秒くすぐり、10秒休憩するという手続きを4回繰り返す訓練を2週間おこなった。実験日には、上記と同様のくすぐりセッション以外に、筆追いセッション10秒をおこなった。この筆追いセッションでは、くすぐり刺激を与えた筆に対するポジティブ反応としてのマウスの筆追い行動を観察した。くすぐりセッションと筆追いセッションの両方で、マウスの超音波発声を録音し、後にスペクトラム

分析によるパターン解析をおこなった。

4. 研究成果

(1) 実験 1(2015 年度)の結果

録音した超音波発声を 9 つのシラブル(時間的切れ目のない音のまとまり)に分類した(図 1)上で、ペアの個体が互いに相手の匂いを嗅いでいる場面かどうかで文脈を 4 分類し、それぞれの場面での 9 つのシラブルの出現頻度の平均値を図 2 に示した。その結果、オスよりメスのペアの方が発声は多く、オスの場合は特に居住者マウスが侵入者の匂いを嗅いでいるときに超音波発声が多かった。シラブル up は性別に関係なく頻繁に見られ、one jump, two jumps は攻撃行動との関連性が見られた。

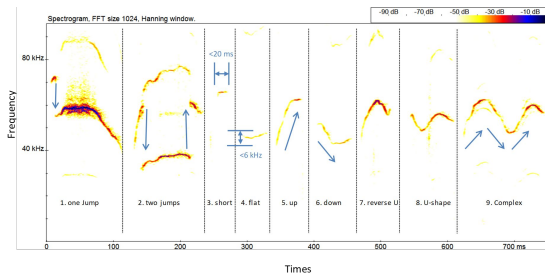


図 1 超音波発声のシラブルパターン

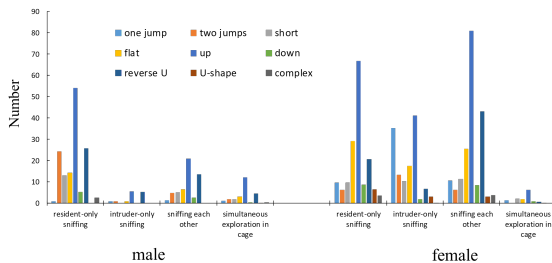


図 2 社会的接触場面での超音波発声の 1 分間当たりの平均出現頻度

(2) 実験 2(2015 年度)の結果

ハンドリング期間 2 ヶ月、4 ヶ月、6 ヶ月いずれの時点でも、マウスの超音波発声は見られなかった。被験体の性別、実験者の性別に関係がなく発声は見られなかった。またハンドリング時に通常の固形飼料とは違うチョコレート風味の餌を与えてハンドリングを強化したり、録音実験時のハンドリングを、訓練時にハンドリングをおこなってきた実験者とは違う人物に変更した場合でも、超音波発声は観察されなかった。さらに、ハンドリングをおこなってきた被験体マウスを交配して生まれたマウス(4 週齢)に対しても同じようにハンドリングをおこない録音実験を試みたが、同じくマウスの超音波発声は観察されなかった。この結果は、他個体との接触場面以外ではマウスの超音波発声は少ないという先行研究や、ストレス環境下ではマウスは超音波発声が少ないという先行研究の知見と一致する。

(3) 実験 3(2016 年度)の結果

ヒト介在条件(二匹のマウスを入れたケージを実験者が持ち上げてのぞき込む条件)の場合でも、オス同士の接触場面以外の全ての場面で超音波発声記録された。しかし、ヒト介在条件でのマウスの超音波発声は、ヒト非介在条件の場合より一貫して数は少なかった。また、行動場面ごとのシラブルパターンの出現頻度について、ヒト介在非介在の条件間の違いは明確ではなかった。

(4) 実験 4(2017 年度)の結果

くすぐり刺激を与えないずれの被験体からも、超音波発声は観察されなかった。その一方で、くすぐり刺激を与えていた筆を追いかける行動が、幼体マウスでのみ、のべ 4 回(個体数 3 / 4 匹)で観察された。この筆追い行動は、ラットの先行研究(Ishiyama & Brecht, 2016)で見られたくすぐり刺激を与えた実験者の手を追いかける行動(chasing hand response)に該当するものと考えられ、快情動を伴う遊び行動の一つだと考えられている。

そこで幼体のみ、実験をさらに 3 日間継続したところ、やはり超音波発声は観察されなかったが、筆追い行動の発生頻度は日を追うごとに増加した(1 日目: のべ 8 回(個体数 3 / 4 匹)、2 日目: のべ 9 回(個体数 4 / 4 匹)、3 日目: のべ 12 回(個体数 4 / 4 匹))。

(5) 考察

齧歯類とヒトとの間で超音波を介したコミュニケーションが可能かどうかを検討するために、被験体マウスを長期間ハンドリングして実験者に慣らすという手続きを取ったが、ヒトに対する超音波発声は一度も確認できなかった(実験 2)。ストレス環境下ではマウスの超音波発声が少ないという指摘もあり、1 日 5 分週 3 回 6 か月間のハンドリングでは、まだ絶対的な時間が足りなかった可能性もある。なお、マウス間の超音波発声と違い、ヒトに対する超音波発声の録音は防音室内でおこなうことが物理的な制約上できなかった。そのため、録音データにノイズが多く含まれており、分析の際に超音波発声成分を見逃している可能性もある。そのため、データの再検証も今後おこなっていく予定である。

一方、マウス間の超音波発声については、ほぼすべての被験体からデータが得られ、これまで指摘されていないシラブルパターンと特定の行動との間の関係性について一定の成果が得られた(実験 1)。今後さらに被験体数を増やし、特定のシラブルパターンを持つ機能的な意味について考察を深めていきたいと考えている。

また、ラットと違い、マウスではくすぐり刺激に対する超音波発声を観察することはできなかった(実験 4)。これが種の違いによ

るものなのか、今回の実験手続き上の問題なのかは、もう少し実験的研究を増やさなければわからない。ただし、ラットと同じくマウスはくすぐり刺激を与える物に対して、追隨行動を示すことは明らかになった。特に成体ではなく幼体でのみ筆追い行動が現れたことから、超音波発声についても幼体の方が発声の可能性が高いと考えられる。実験2と同様に、この実験4の録音データについても、録音環境の制約上、ノイズ成分が多く記録された。そのため、超音波発声成分を見逃していないか、今後データの再検証をおこなっていく予定である。

ヒトと動物とのコミュニケーションの可能性を検討していくためには、動物側にもそのモチベーションがなくてはいけない。被験体動物と実験者との信頼関係を構築した上で、コミュニケーション研究をすることは、サルの研究では従来からおこなわれてきた方法だが、ラットやマウスの研究ではほとんどおこなわれてこなかった。実験者と動物との関係性も考慮した行動実験をおこなっていくことは、これまでにない実験動物行動研究の方法論になる可能性を秘めている。今回の研究結果からは「ヒトと齧歯類との超音波発声によるコミュニケーション」について明確な結果が得られなかったが、さらに実験的検討を続けていくことで、齧歯類の超音波発声の機能理解が進み、そのコミュニケーションツールを開発することも夢ではないと考えている。

<引用文献>

- Holy, T. E., & Guo, Z. (2005) Ultrasonic songs of male mice. *PLoS Biology*, 3(12): e386.
- Ishiyama, S., & Brecht, M. (2016) Neural correlates of ticklishness in the rat somatosensory cortex. *Science*, 354, 757-760.
- Panksepp, J., & Burgdorf, J. (2003) "Laughing" rats and the evolutionary antecedents of human joy? *Physiology & Behavior*, 79, 533-47.

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

- (1) Hishimura (2016) Differences in ultrasonic vocalizations between male and female mice. 31st International Congress of Psychology, 27/ 7/ 2016 (Yokohama, Japan).

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

6 . 研究組織

(1)研究代表者

菱村 豊 (HISHIMURA, Yutaka)

広島国際大学・心理学部心理学科・教授

研究者番号：90293191