

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：34309

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23653175

研究課題名(和文) 場面に適した行動選択の神経基盤：社会性齧歯類デグーを対象として

研究課題名(英文) Neural base of appropriate behavioral selection to situation in social rodent Octodon degus

研究代表者

上北 朋子 (UEKITA, Tomoko)

京都橋大学・健康科学部・准教授

研究者番号：90435628

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円、(間接経費) 810,000円

研究成果の概要(和文)：円滑なコミュニケーションを支える認知能力として、他者認知、意図認知、行動制御の柔軟性を取り上げ、齧歯類(デグーとラット)を対象として、これらの認知能力を測定する行動実験の提案とこれらの認知を支える脳基盤を明らかにすることを目指した。他者認知に関して、デグーは住環境を共有することによる親しさによる識別を行い、他者の視覚の手掛りを利用した選択行動をする可能性が示唆された。また、警戒音声に対するデグーの反応は、集団と単独で受信した場合で異なることから、警戒場面での行動が他者の存在の影響を受けることが分かった。行動制御の柔軟性には眼窩前頭皮質が関与することがラットを対象とした実験で明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to develop the behavioral test which assesses the individual recognition, intentional recognition and behavioral control in rodents, Octodon degus. And we tried to clarify the neural bases of these cognitive functions. Our behavioral test suggested that degu's individual recognition was based on familiarity but not kinship such as genetic cues. Degus recognized familiar partner using visual cues as well as direct contact behavior. The performance of T-maze task showed that degus took more easily cue of their own movement than social visual cue. However, the possibilities that degus could have the potential to take social cue also remained. Other test about the effects of partner on vigilance behavior suggested that the presence of partner could attenuate the anxiety induced by alarm calls. Our lesion study in rats showed that orbitofrontal cortex was related to flexible behavior control.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・社会心理学

キーワード：コミュニケーション Octodon degus 他者認知 意図認知 行動制御

1. 研究開始当初の背景

これまでの研究において、社会行動には前頭葉、扁桃体、海馬が関与すると指摘されてきた。特に前頭葉に関しては、1800年代のフィニアスゲージの症例から、社会行動や人格形成における働きが注目され、近年では前頭葉が「心の理論」の中核であるとして自閉症研究等において重点的に研究が進められている。また、クリューバー=ビューシー症候群(Klüver & Bucy, 1938)で知られるように、サルの前頭葉損傷が恐怖や警戒心の欠如といった情動変容や社会行動の異常をもたらすことから、扁桃体の社会行動における役割も指摘されてきた。さらに申請者自身によるデグーを対象とした研究(Uekita & Okanoya, 2011)から、海馬が社会認知に関与している可能性も高い。

このように社会行動を司る複数の脳領域が挙げられているが、対象とする動物種や実験方法が異なり、コミュニケーションのどのような側面にこれらが関与するかについて研究者の見解は十分に整理されていない。

2. 研究の目的

円滑なコミュニケーションを可能にする神経基盤の解明のため、齧歯類を対象として社会行動の神経行動学的研究を行った。円滑なコミュニケーションには、他者と自分の関係の認知(他者認知)、他者の行動の意図の認知(意図認知)、行動制御の柔軟性(行動制御)が必要であると考えられる。本研究では、こういった認知を測定するための行動実験の提案、および基礎データの収集を行い、これらの認知を支える脳基盤を明らかにすることを旨とした。

3. 研究の方法

(1) 他者認知

デグーの他者認知に必要な要素を明らかにすることを目的とした。実験1では、住環境を共有することから生じる親しさによる識別、もしくは血縁関係があることにより共有する体臭などの遺伝による識別のどちらが優位であるかを検討した。飼育環境と類似した実験場面において、母と同居する仔デグーを対象として、母、おは、他人との接触時間を測定した。

実験2では、デグーの社会認知に必要な手がかりを明らかにすることを目的とした。直線走路(図1)の両端の箱に住環境を共有するパートナー個体を配置し、箱正面の扉の形状を変化させることで、パー

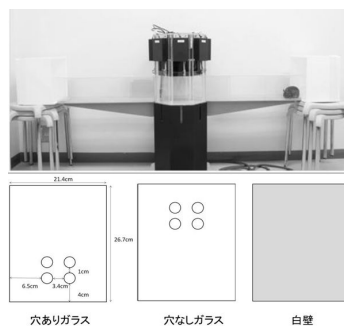


図1 直線走路と扉の形状

トナーと接触できるかどうか(接触)、パートナーの姿をみることが出来るか(視覚)といった仲間識別のために利用可能な手がかりを操作した。そして、利用可能な刺激の異なる左右の走路を選択させた。10分間デグーの行動を観察した。デグーが中央プラットフォームから1頭身走路に進入した時点で、いずれかの走路を選択したとみなし、左右の走路にいた時間を測定した。

実験3では、デグーがT字迷路の場所非見本合わせ課題において社会的手掛りを使用するかを検討した。この課題において1試行は見本選択と自由選択からなる。単独条件では、典型的なT字迷路の場所非見本合わせ課題の手続きに基づき、見本選択において実験個体自身に選択させ、自由選択において見本選択とは異なる走路を選択した場合に報酬が得られた。ペア条件では、見本選択を他個体に選択させ、これを実験個体に観察させたうえで、自由選択において実験個体が他個体と異なる走路を選択すると報酬が与えられた。この課題を1日4試行、計16試行を行った。

(2) 意図認知

Tokimoto et al. (2005)やLong(2007)の報告により、デグーは10種類以上の状況依存的な発声レパートリーをもつことが明らかになっている。その中で信号強度が強く、発声後に顕著な反応をもたらすアラームコールをプレイバックし、単独条件と集団条件(2個体)での反応の比較を行った。10分間の馴致後、単独条件または集団条件でヒマワリの種の撒かれた実験アリーナを探索させ、探索開始1分後にあらかじめ飼育室で録音したアラーム音声(15kHzまでの4倍音構造を含むへの字型のFM音)を提示した(図2)。1試行は10分間であった。単独条件と集団条件の実施順序のカウンターバランスをと

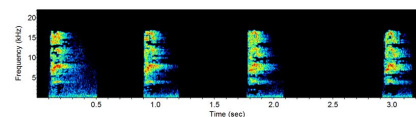


図2 アラーム音声刺激

るために、半数のデグーについては、単独条件の後、集団条件を実施し、残りの半数は集団条件の後、単独条件を実施した。分析において、STAND(前肢を上げて体を90度まで起こした状態)、SIT(前肢を上げて体を45度まで起こした状態)、FACE(前肢は地面に着けたままで顔のみを起こし、周囲を窺う状態)、FOOD(地面に鼻を付けるなどのエサ探し行動とエサを食べている行動)、FREEZE(どの行動も起こさず動かなくなった警戒状態)に分類し、これらの行動項目の出現時間を計測した。

(3) 行動制御

T字迷路を用いた遅延コストを含む意思決定課題において、OFCが衝動的な選択行動を

制御する役割を果たすかを、ラットを用いて検討した。また、柔軟性との関連を調べるため、同課題の逆転学習における OFC の役割も検討した。被験体に遅延大報酬と即時小報酬のうちいずれか一方を選択させた。全ての被験体が一定基準以上で遅延大報酬を選択するようになると損傷手術を行い、訓練と同一の手続きでテストを行った。その後、遅延時間および報酬と選択走路の左右を逆転させてテストを行った。

4. 研究成果

(1) 他者認知

実験1：居住環境か血縁関係か

母とのコンタクト時間は、おば、他人のそれよりも長かった。この結果は、血縁と同居の有無の両方の側面で説明できる。血縁があり、かつ同居していた母に対し、仔デグーのコンタクト時間は長かった。血縁はあるが同居していないおばに対するコンタクト時間と、血縁がなく同居していない他人に対するコンタクト時間は短かった。したがって、血縁の有無そのものは社会行動に影響しないと考えられる。ただし、本実験では血縁のあるパートナーとして「おば」を使用したため、血縁の強さについては考慮できていない。

実験2：視覚手掛か触覚手掛か

デグーが仲間個体を認識するために必要な手掛かりとして視覚刺激が重要な役割を果たしているという結果を示した。Fuchs et al. (2010) により、嗅覚、視覚刺激がデグーの仲間識別における選好に影響をしていることが明らかにされている。結果は先行研究を支持するものとなった。本実験では上記の刺激に加えコンタクトを観察の対象としたが、コンタクトが可能かどうかは滞在時間に影響しないという結果となった。総合すると、デグーはパートナーと直接接触することはなくても、視覚、嗅覚情報から仲間個体を判別することができることが分かった。

実験3：視覚手掛りを利用した選択

場所非見本合わせ課題において社会的な手掛りを用いることができるのかを調べた。単体条件の方がペア条件より正答率は高いことから、他者の運動情報に比べ、自らの運動情報の方が手掛りにしやすいということがわかった。また、ペア条件においても有意に交替反応を行うセッションもあることから、デグーが報酬獲得に社会的手掛りを利用する可能性も示唆された。

(2) 意図認知

アラーム音声提示後5分間において環境監視行動に関する STAND、SIT、FACE の出現時間に有意な条件差はなかったため、これらを SCANNING としてまとめて分析した。集団条件において、オスはメスよりもアラーム音刺激提示後5分間における SCANNING と FOOD の出現時間は有意に長く、FREEZE の出現時間は有意に短かった(図3)。積極

的に環境モニタリングをしたデグーは、パートナーに対しても積極的にコミュニケーションを行い、これによりパートナーの警戒行動が解除される様子が頻繁に観察された。すなわち、集団にいることにより、過剰な警戒が取り除かれた可能性がある。この傾向は、集団の環境監視行動において、複数のデグー間で信号の受け渡しが行われており、意図認知が機能している間接的証拠となるだろう。

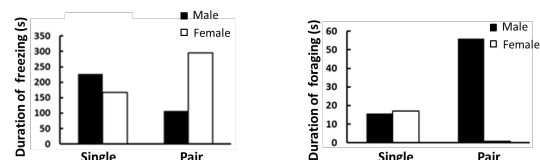


図3 単独条件と集団条件における刺激提示後のFREEZ時間(左)およびFOOD時間(右)

(3) 行動制御

遅延大報酬と即時小報酬のうちいずれか一方を選択させる意思決定課題において OFC 損傷の効果を検討した。その結果、損傷手術後に実施した同課題のテストにおいて、OFC 損傷群と統制群は遅延大報酬をほぼ同じくらい選択した。したがって、遅延コストのある意思決定課題において、OFC 損傷は衝動性に影響しないと考えられる。一方、選択走路の左右と報酬獲得までの遅延時間および報酬量の関係を逆転させた逆転学習への影響を検討したところ、OFC 損傷群は統制群よりも HRA の選択率が有意に少なかった。これらの結果は、OFC が衝動性ではなく柔軟な行動制御に関与している可能性を示唆した。本研究の結果はラットを対象としたものであり、デグーでの検討は今後の課題である。

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 1 件)

上北朋子・岡ノ谷一夫 (2013) “齧歯類デグーの海馬機能 -社会認知と空間認知-” 心理学評論 56, 295-309. (査読有)
<http://www.sjpr.jp/psychologia/vol56/vol156-2-295.html>

〔学会発表〕(計 11 件)

高木佐保・上北朋子 (2013) “デグーにおける場所非見本合わせ課題の学習と社会的な手掛りの使用” 日本動物心理学会第 73 回大会. (9 月 14 日-15 日). 筑波大学、茨城

永野茜・青山謙二郎・上北朋子 (2013) “遅延を含む選択課題におけるラットの眼窩前頭皮質の役割” 日本動物心理学会第 73 回大会. (9 月 14 日-15 日). 筑波大学、茨城

企画代表者：柴田由己、企画者：内藤健

一、上北朋子、指定討論者：山本利和、上北朋子、司会：上北朋子 (2012) “空間認知研究：神経基盤から建築への応用” 日本心理学会第77回大会。(9月19日-21日)。札幌コンベンションセンター、北海道

Akane Nagano, Kenjiro Aoyama & Tomoko Uekita (2013) “The role of the orbitofrontal cortex of the rat in delay-based decision-making” SfN annual meeting 2013. (November 9-13). San Diego, USA

Tomoko Uekita (2013) “The effects of partner on vigilance behavior in Octodon degus.” The 18th auditory research forum. (December 14-15) 同志社琵琶湖リトリートセンター、滋賀

Tomoko Uekita & Kazuo Okanoya (2012) “Degu’s hippocampus plays the role not only in the spatial recognition, but also in the social recognition Octodon degus.” ISCP - International Society for Comparative Psychology. 招待講演 (September 12-14). Jaén, Spain

Tomoko Uekita (2012) “Spatial behavior of Octodon degus: age and gender differences in water maze performance and object recognition.” 8th FENS-Forum of Neuroscience (July 14-18) Barcelona, Spain

上北朋子 (2012) “デグーの空間認知行動：水迷路学習および物体認知に対する加齢の影響と性差” 日本動物心理学会第72回大会。(5月12日-13日)。関西学院大学、兵庫

Tomoko Uekita & Kazuo Okanoya (2011) "The role of hippocampus in social rodent Octodon degus: social and spatial recognition" The 12th European Congress of Psychology. (July 4-8). Istanbul Congress Center, Istanbul, Turkey

Tomoko Uekita (2011) "The effects of age and gender on spatial learning in Octodon degus" The 34th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society. (September 14-17). Pacifico Yokohama, Japan

上北朋子 (2011) "齧歯類デグーにおける水迷路学習" 日本動物心理学会第71回大会。(9月9日-10日)。慶應義塾大学、

東京

〔図書〕(計 2件)

上北朋子 (2014) 学習と脳. 心理学概論 岡市廣成・鈴木直人(監)株式会社ナカニシヤ出版 pp.96-101.

上北朋子 (2014) 様々な記憶と障害. 心理学概論 岡市廣成・鈴木直人(監)株式会社ナカニシヤ出版 pp.113-119.

〔その他〕

解説

上北朋子 (2013) 物体探索 脳科学辞典 <http://bsd.neuroinf.jp/wiki/> 物体探索. (査読有)

上北朋子 (2012) 迷路 脳科学辞典 <http://bsd.neuroinf.jp/wiki/迷路>. (査読有)

6. 研究組織

(1)研究代表者

上北 朋子 (UEKITA Tomoko)
京都橘大学・健康科学部・准教授
研究者番号：90435628

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし