

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K14491

研究課題名（和文）社会的アイデンティティの神経基盤の解明

研究課題名（英文）Neural basis underlying group establishment

研究代表者

仲田 真理子（Nakata, Mariko）

筑波大学・人間系・助教

研究者番号：00792409

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）：集団生活における社会的アイデンティティは、個体の生存・生殖を向上させるが、内集団バイアスや対立などの問題も引き起こす。社会的アイデンティティに関する生物学的背景の解明が必要である。そこで、本研究課題では、マウスを用いて集団の形成と維持に関与する脳内現象を明らかにするため、げっ歯類向けのモデル課題を作成した。我々は、マウスに集団でオペラント学習課題に取り組ませ、集団形成の過程を観察できる行動実験パラダイム「綱引きタスク」を作成することに成功した。ほとんどのグループは数日で綱引きタスクを習得し、報酬を獲得することができた。研究はまだ進行中であり、さらなる結果の解析と考察が必要である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究計画では、マウスを用いた集団で行うオペラント学習課題を開発し、集団の形成や維持の過程を観察できるモデル実験系を作成することで、集団への所属に関する生物学的基盤を明らかにすることを試みた。集団の一員であるという感覚や、集団の一員になることで起こる行動変容は、いじめや差別を含む様々な社会問題に関連している。本研究の成果が広く社会に知られることは、それらの問題を解決する生物学的手段の開発に貢献しうる。

研究成果の概要（英文）：Social identity in group living enhances individual survival and reproductive success, but it also gives rise to issues such as ingroup bias and conflict. Understanding the biological basis of social identity is crucial. Therefore, in this research project, we created a model task for rodents to investigate the neural basis involved in group formation and maintenance, aiming to elucidate the biological underpinnings of social identity. We successfully developed a behavioral experimental paradigm called the "tug-of-war task," which allows us to observe the process of group formation by engaging mice in operant learning tasks as a group. Most groups of mice were able to master the tug-of-war task and obtain rewards within a few days. The study is still ongoing, and further analysis and discussion of the results are necessary.

研究分野：行動神経内分泌学

キーワード：社会行動

1. 研究開始当初の背景

集団で生活することは、ヒトを含めた多くの種で、個体の生存・生殖の可能性を向上させる。ヒトは、自分がどのような社会集団に所属しているかを認識し、それに応じて行動を変容させることが知られている。この心的機能は社会的アイデンティティ(Tajfel & Turner, 1979)と呼ばれ、ヒトは所属集団に対する愛着や誇りといったポジティブな社会的アイデンティティを獲得するよう動機づけられている。このようなモチベーションは集団の維持・発展に役立つ一方で、マイノリティへの抑圧や差別、いじめなどの社会問題につながる内集団バイアスや集団間の対立を引き起こすことがある。従来、これらの問題解決のためには教育や法の整備などの文化的アプローチがとられてきた。しかし近年、脳にも作用する降圧剤プロプラノロールの投与が人種差別傾向を減少させるという報告や (Terbeck et al., 2012)、機能的 MRI (fMRI) を用いて内集団バイアスに関与する脳部位の同定を試みた一連の研究 (Reviewed in Molenberghs, 2013) など、社会的アイデンティティとそれにかかわる諸問題の生物学的背景が指摘されるようになった。これらの問題を生物学的アプローチによって解決するためには、脳内のどの部位が重要かだけではなく、そこでどのようなメカニズムによって何が起こっているのかを解明することが必要である。ヒトでもある程度は fMRI 等を用いて脳内で起こっている現象を推測することが可能ではあるものの、行動の生物学的基盤を解明するためには、遺伝的背景の統制や侵襲的な介入、そして組織や細胞を直接観察することが可能なモデル動物を用いた研究が重要な役割を果たす。

集団の一員として、自分の属する集団の個体と、そうではない個体を区別するという行動は、ヒトやサル(伊沢, 1996)だけではなく、オオカミ(Scott, 1967)やマウス(Scott, 1966; Singleton & Hay, 1983)、カクレマノミなどの魚類(Iwata et al., 2008)でも観察される。なかでもマウスは多くの社会行動を対象とした研究においてモデル動物として広く使われており、行動の神経科学的基盤を明らかにするための分子生物学的・遺伝学的ツールが揃っている。マウスの社会行動は、ヒトと異なる点も多くあるが、自身の所属する集団由来のにおいと他集団由来のにおいに対しては異なる行動をとること(Cox, 1984)が報告されていることから、マウスにおいても集団への所属という心理的現象は起こり得ると考えた。

2. 研究の目的

そこで本研究では、社会的アイデンティティにかかわる集団の形成と維持を分析し、各個体の脳内で、集団への所属に際してどのような現象が起こっているのかを明らかにするために、マウスをはじめとしたげっ歯類で使用可能なモデル課題を作りたいと考えた。

社会的アイデンティティに関する心理学的研究の中でも、記念碑的なものの1つに「シェリフのサマーキャンプ実験」がある。Sherifら(1961)は、年齢、人種、社会的階層などが似通った11~12歳の少年たちを2つのグループに分け、グループごとにキャンプ小屋で生活させた。この研究では、もともと良好な関係であった2グループが、グループ間の競合によって強く反目しあい、その後2グループでの共同作業を経て関係を修復した様子を報告している。マウスを用いれば、グループの形成や対立を一時的に操作するだけではなく、遺伝的背景や生育環境をコントロールすることも可能である。綱引きのみならずマウスに何らかの作業をさせるためには、まずその課題のやり方自体を学習させる必要がある。我々は、複数の個体が一緒にオペラント学習を行い、一緒に課題を達成して報酬を獲得することで、集団形成の過程を再現し、観察することが可能なモデルを作ることができるのではないかと考えた。しかしながら、げっ歯類を用いたこれまでの多くの研究では、一度に1匹の個体のみで遂行することを前提とした課題が用いられてきた。そこで本研究課題では、マウスが集団単位でオペラント学習課題を遂行し、報酬を獲得するような学習課題を作製することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究課題ではまず、マウスがひらひらした物を自分の方に引き込む習性を利用して、集団用オペラント学習課題を作製した。以下「綱引きタスク」と呼称する。本タスクで課題を行うフィールドはStart areaとReward Areaの2つの区画に区切られ、3匹からなるマウスの集団はまずStart areaに入れられる。Start areaでは、フィールドの壁にあいた穴に1~3本のビニール紐が差し込まれており、それをすべて引き抜くとReward areaに通じるドアが開き、Reward areaを自由に探索することができた。Reward areaには報酬として、アクリル板でできた皿に乗ったチョコレートフレーバーのペレットが置かれていた。ペレットは1個体あたり4個、3個体のグループでは計12個置かれていたが、必ずしも4個ずつ均等に配分することを強制するものではなく、1匹の個体が全てのペレットを独占することも可能であった。

装置に馴化したあとに課題習得のためのトレーニングを開始したが、仮に3匹の集団の中で、トレーニング中に全く紐に触れなかった個体がいたとしても、グループとしてすべての紐を引き抜き、ドアを開けることに成功したら、そのグループは課題を習得したとして次のステップに進んだ。ほとんどのグループは1日1試行、1~3試行のトレーニングで3本の紐を用いた本番セッションに進むことができた。

3本の紐を用いた綱引きタスクでは、1日1試行・5日間連続して繰り返しタスクを行い、2日休むというスケジュールで行った。綱引きタスクと並行して、Tube testや各個体の不安情動性を測定するために明暗箱往来テストを行った。

さらに、集団同士の競合場面を実験的に作り出すために、2グループのマウスで競合して「綱引き」を行い、勝ったほうのグループのみがReward areaに進むことができる「競合綱引きタスク」も作製した。こちらのタスクは、2つのフィールドが隣り合った装置で行い、2つの集団が透明で穴の開いたアクリルの壁を隔てて、タスクを行った。

また、競合綱引きタスクでは2本の紐がReward areaに行くドアに刺さっているのではなく、2つのグループを隔てる壁に刺さっており、先に両方の紐を抜いたグループが「勝者」となってReward areaに進むことができた。「敗者」となったグループは、勝ったグループがReward areaを探索している3分間の間、そのままStart areaで待機させた(delay)。2つのグループが1本ずつ紐を抜いた場合は「引き分け」となり、どちらのグループもdelayとして3分間Start areaで待機させた。

4. 研究成果

(1) 綱引きタスク

ICR/Jc1系および、C57BL/6N系の成体雄マウスを用いて、1集団での綱引きタスクを行った。どちらの系統においても、全てのグループが「綱引き」行動を習得できた。ほぼすべてのグループが、1本の紐または紙片を用いたトレーニングセッションを1~3回経験した後、すぐに3本の紐を引き抜くことができた。本課題は、マウスにとっては簡単なものと考えられる。3本の紐を引き抜きドアを開けるまでの潜時は、4日程度でプラトーに達し、2日の「休日」を挟んでも潜時間が顕著に長くなることはなかった。一方で、報酬としてReward areaに設置したチョコレートフレーバーペレットは、必ずしもすべての個体が食べるわけではなく、特にC57系ではほとんどの個体がペレットを食べることはなかった。

(2) 競合綱引きタスク

C57BL/6N系の成体雄マウスを用いて、競合タイプの綱引きタスクを行った。1集団でのタスクとは異なり、紐は2本、1日に6回のタスクを連続して行った。まだ数グループを用いた予備的な検討ではあるが、競合を繰り返すと決着がつく(または引き分けになる)までの潜時は短縮していき、1集団の綱引きタスクよりもはるかに短い潜時まで短縮した。このことは、本パラダイムが競合場面として機能していることを示唆するものである。

(3) 今後の課題と展望

本研究計画で作成した「綱引きタスク」は、モデル動物として広く使われている種であるマウスで、これまで観察することが難しかった集団間のインタラクションや、複数の個体での共同作業を実験的に再現できる新しい行動課題である。これらの研究成果を論文として発表するため、現在投稿準備中である。計画していた研究期間の途中で、所属の変更とそれに伴う設備の移転・実験室の設営を挟んだため、行動課題の確立のみにとどまったが、引き続きこの行動の制御に関わる脳内メカニズムの解明に向けて、検討を進めていく予定である。

また、当初は、競合綱引きタスクを中心として計画していたが、そもそも「集団でオペラント学習課題を行う」ということについて予想以上に知見が得られていないことから、1集団での検討を先がけて行うことになり、競合綱引きタスクについては予備的な検討にとどまった。本タスクでは、これまで身体の大きさなどの違いから直接的なインタラクションで検討することが難しかった性別や週齢が異なる集団同士の競合を再現することができる。こちらについても引き続き検討を続け、詳細は論文にまとめて報告したい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Gotoh Mizuho, Nagasaka Kazuaki, Nakata Mariko, Takashima Ichiro, Yamamoto Shinya	4. 巻 14
2. 論文標題 Brain Temperature Alters Contributions of Excitatory and Inhibitory Inputs to Evoked Field Potentials in the Rat Frontal Cortex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Cellular Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fncel.2020.593027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Shoko Sagoshi, Miho Kawashima, Mariko Nakata
2. 発表標題 Effects of atomoxetine on sexual behavior in male mice
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mariko Nakata, Shinnosuke Dezawa, Shinya Yamamoto
2. 発表標題 An operant task performed by multiple mice for observation of social interaction.
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 仲田 真理子、竹村 文、松田 圭司、山本 慎也
2. 発表標題 Focal brain lesion induced by ultraviolet irradiation in a rhesus monkey
3. 学会等名 Neuroscience 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 認知的リソースシミュレーション装置、認知的リソースシミュレーション方法、プログラムおよびゲーム装置	発明者 仲田真理子、瀬戸川剛	権利者 国立研究開発法人産業技術総合研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-198741	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------