

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：32643

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K12020

研究課題名(和文)報酬分配に着目した動物の協力行動—げっ歯類と鳥類の比較—

研究課題名(英文)Cooperative behavior of non-human animals focusing on reward sharing -comparison between rodents and birds-

研究代表者

草山 太一 (KUSAYAMA, Taichi)

帝京大学・文学部・教授

研究者番号：80384197

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)：協力後の報酬分配に着目して、ラットとハトを対象に協力行動について検討した。餌の入った箱の前面に取り付けられた左右のレバーを2個体が同時に押すことで箱の蓋が開いて、餌を獲得できる装置を用いたところ、いずれの種もレバー押しができた。しかし、ラットによる餌の配分は公平ではなく、一方が独占した。それぞれが異なる役割を担うことで餌を獲得できる課題より検討したが、互いに相手の行動をモニターして課題解決を目指すような行動の同期性はほとんど認められず、餌の配分も公平ではなかった。一連の実験結果からは動物が示す協力行動は単に複数の個体が協同するだけで成立するとは言い難いと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒトを含め、複数の個体から形成される集団の中で生存していく生き物にとって、同種の他個体と良好な関係を構築・維持することは必要不可欠といえる。1個体だけではとても達成できないことを、複数個体が互いの利益のために一緒に働くことで成し遂げる可能性も期待でき、協力行動は厳しい生息環境中で生き残っていくためには必要となった社会的スキルといえる。協力行動はヒトに限った話ではない。他者と協力作業を行うためには、相手の行動を正確にモニターし、それに合わせて自己の行動を調整する必要がある。ヒト以外の動物を対象に協力行動の成立要因を探ることは、私たちヒトの振る舞いを検討する上で有用となる。

研究成果の概要(英文)：The important thing in cooperative behavior is to understand that the profits gained depend on each other's existence. Rats and pigeons were compared with the respect to whether the rewards obtained through cooperation could be distributed fairly. Two levers were attached to the feeder. When two individuals pushed the lever at the same time, the cover of the feeder was opened and they could get the food. At the results, rats were able to push the lever. But the food distribution was not fair. It did not seem to be a fair share of the rewards obtained from the cooperation. About the pigeons, they could push the lever individually, but there was no response which two individuals pushed the lever at the same time. Pigeons did not show any cooperative behavior on the task of pressing the lever at the same time. Careful consideration should be given to whether the results of the task is based on animal species.

研究分野：比較認知科学

キーワード：協力行動 報酬分配 ラット ハト

1. 研究開始当初の背景

ヒトを含め、複数の個体から形成される社会集団の中で生きる動物にとって、同種の他個体と良好な関係を構築・維持することは必要不可欠といえる。大勢多数の群れで暮らす場合、集団の規模は餌資源に関する需要と供給のバランスに深く関わり、限られた餌資源や最適な居住空間を巡って集団内で厳しい順位争いが生じるなど、必ずしも良いこと尽くめではない。しかし、集団の中で、他者と協同することは、個体の生存率を高めるだけでなく、繁殖成功率にも寄与するであろう。複数の個体がお互いの利益のために一緒に働くことで、とても単独個体だけでは果たせないことを成し遂げられる可能性も期待できることから、種全体のレベルの観点において、協力行動は厳しい生息環境中で生き残っていくためには必要となる社会的スキルといえる。

協力行動はヒトに限らず、多くの動物種で認められている。例えば、野外観察において、チンパンジーは個体ごとに役割分担をして、集団で狩りをするのが知られている。実験的な検討も行われており、「紐引き協力課題」と呼ばれる手続きによって、チンパンジー、アジアゾウ、ミヤマガラスなどを対象に検討がおこなわれている。この紐引き協力課題では、2個体が同時に紐を引くことで、手が届かない遠くに置かれた報酬の入った容器を手元まで引き寄せることができる仕掛けになっている。もし一方の個体が相手を待たずに紐を引いてしまうと、紐は容器を通り抜け、容器は手が届かない場所に置かれたままで、2個体とも報酬を獲得することはできなくなる。対象とした全ての動物において、2個体が一緒に紐を引いて、餌を獲得できたことが報じられているが、その一方で、ある個体が先に実験事態に入り、ある一定の遅延時間の後に、残りの1個体が遅れて入るように操作すると、ミヤマガラスとヨウムについては先に入った個体が相手を待たずに紐を引いてしまい、課題を達成することができなかった。もし動物が、相手の存在が無くしては報酬を獲得することはできないという課題の性質を理解しているのであれば、たとえ個体間で紐を操作するタイミングに時間差が生じて、先に入った個体は遅れて到着するパートナーを待つことができるはずである。紐引き協力課題において、動物が協力行動を示すことができるかどうかをはっきりさせる場合は、それぞれの個体の試行開始時間を操作することは有用であり、遅延課題で失敗した鳥類では真に協力行動が生じたとは判断できないと考えられる。

2. 研究の目的

協力行動は「1個体のみでは達成できない事柄を、2個体以上の複数個体が同一の行動をする、またはそれぞれが個別の役割を果たすことで、成し遂げること」と定義されることから、従来の動物を対象とした協力課題では、複数個体が一緒に何かすることに焦点を当てた検討がおこなわれてきた。一方で、グループが協力行動の成果として得られる利益を、達成するまでのプロセスに関わったメンバー間で、どのように分配するかについては、自然場面での観察事例はあるものの、実験的に検討された報告はほとんど認められていない。一緒に協同するかどうかだけで、得られる報酬をどのように分けるかについては、十分な知見は得られていない。そこで、本実験では、鳥類とげっ歯類を対象に、同時レバー押し協力課題を用いて、1)それぞれの動物が他個体との協同が餌を獲得するのに必要な場合に、仲間と協力することができるか、そして2)協力によって得られた報酬を公平分配できるかどうか、という点について検討した。

先行研究で報じられている紐引き協力課題は、相手の反応を待たずに、先に紐を引いてしまうと、報酬を得ることができないことから、個体間での行動の同調が重視される課題となっている。相手の行動をモニターし、それに合わせて自身の行動をすばやく調整することが苦手な動物にとっては、この課題を解決することは難しいかもしれない。また、相手と全く同じ行動を同じタイミングで行えば、理屈の上では課題を解決してしまうため、単なる行動模倣だけの解釈で、個体同士は本当に問題解決の方法を理解して反応しなくても、報酬を得る可能性が考えられる。そもそも「紐を引く」という行動レパトリーを有していない動物に適用することはできないため、本研究では「同時レバー押し協力課題」による検討をおこなった。同時レバー押し協力課題では、物理的に離れた距離に位置する2つのレバーを2個体が一緒に押し下げることによって、餌容器の蓋が開き、容器の中にある餌を獲得できるような装置を用いる。紐引き協力課題と比較して、同時レバー押し協力課題は相手がレバーを押すまで、もう一方の個体はずっとレバーを押し続けても餌の獲得に支障がないなど、個体間の反応の同期性については弱く、協力課題としての難易度は低いと位置づけることができる。一方、レバー押し反応は比較的によくの動物種で認められる行動レパトリーであるため、紐引き協力課題よりは汎用性は高いといえる。他個体と同じ行動を模倣すれば、解決してしまうという問題は同時レバー押し協力課題でも当てはまるが、必ずしも2個体間で観察学習が成立するとは限らないため、この課題を用いた検討をおこなった。

3. 研究の方法

ジュズカケバトと、Sprague-Dawley系アルビノラットを対象に、2個体が同時にレバーを押さないと、餌が入っている容器の蓋は開かないような装置より検討した。動物が押す2つのレバー

は、それぞれが餌容器の蓋を固定するストッパーとしての働きがあった。餌容器の蓋には重りが付いており、レバーによって固定されている箇所を外れると、容器の蓋は自然と開くようになっていた。このような同時レバー押し課題の装置を飼育ケージに入れ、1日のうちに何回か餌を入れて、同じ飼育ケージ内にいる個体同士が課題を解決できるかどうかをビデオ観察によって調べた。協力によって得られた報酬が1つで、等分することができない場合、課題に対して繰り返しチャレンジすることができるのであれば、交互に餌を与え合うことが理想といえる。協力する仲間同士のうち、一方が極端に空腹の状態であるなど、個体間の状態に偏りがあるときを除いて、個体の内的状態はほぼ等しい状態を考えるならば、交互に餌を取り合って公平性を担保することこそ、安定した良好な関係を維持する戦略となる。もし一方が独占してしまうようになれば、もう一方は一緒に協力しなくなるであろう。Tomasello (2009) は、チンパンジーの紐引き協力課題で、協力によって2個体それぞれが別々の餌を獲得することができる場面では積極的に反応が認められたが、餌を1つにまとめると、紐引き行動が生じなくなると述べている。1つの餌を巡って争うことを避けるために、協力しないという考えが提起されているが、この戦略は結果的に双方ともが報酬を得るチャンスを無駄にするため、理想的とはいえない。このような状況に置かれた場合、すでに実験事態で協力行動が認められているラットはどのような反応を示すか、その詳細を検討することにした。

4. 研究成果

ジュズカケバトとラットのいずれも同時レバー押し協力課題を達成できたペアが確認できた。これによって、それぞれの動物種が実験事態としての協力課題を達成できることが明らかとなった。一方で、協力によって得られた報酬が公平に分配されていたかという点、ラットについては、ある個体が独占するような行動を示し、互いに分け合っているとは言い難い結果となった。まとまった1つの餌を提示したラットでは、餌の獲得は個体間で不平等であった。ラットの2個体は蓋が開くとすぐに手を伸ばし、2個体が互いに餌を取り合い、その最中に餌が2つに割れることもあったし、また、ある一方が獲得すると、もう一方が追いかけて奪うという行動が認められた。相手を追いかけて奪うという行動は、ある個体が先に取った場合には認められなかったため、この2個体には力関係があり差が生じていることが考えられた。餌提示の方法に、ジュズカケバトとラットで違いがあったため、ジュズカケバトが餌を公平に分配したかどうかは不明瞭であるが、同時レバー押しが認められたペア間ではどちらが先に餌を食べるかなどで、2羽が争うような行動は全く認められなかった。

ラットの独占的な反応は、Silk et al. (2005) や Jensen et al. (2006) のチンパンジーを対象とした先行研究の結果と通じるところがある。自分だけが食べ物を得られる利他的選択肢と、自分と相手の両方ともに食べ物を得ることができる相利的選択肢を提示した課題で、チンパンジーは相手の存在を基準にして積極的に相利的選択肢を選択することは認められなかった。このような自己中心的な反応について、チンパンジーは自分の餌のために行動するだけであって、他者は自分の目標を達成するための手段であり、「2個体が同じ課題に向かう」ということが実験パラダイムによっては成り立たないことがあると述べている(Hirata et al., 2010)。本実験で対象としたラットについても、他個体との協同によって報酬を獲得できたという「他個体の存在のお陰」というよりは、他個体と一緒にレバーを押したら餌容器の蓋が開いた程度の認識で反応していた可能性は十分に考えられる。特に個体間で優劣が認められる場合は、いくら反応しても劣位の個体は報酬を得ることができないため、徐々に協力行動は生じなくなると考えられるが、本実験のラットは優位個体よりも先に餌を手にすることができる試行があったため、レバー押し反応は維持されたのかもしれない。「そもそも動物は協力するということを理解しているのか？」という点においても、さらなる検討の余地がある。

同時レバー押しが一度も確認できなかったジュズカケバトのペアについては、日常の観察において時折、個体同士で翼を使って叩き合う行動が認められていた。このような行動は他個体に対する攻撃や威嚇のサインと考えられる。ある特定の個体が、もう1個体に対して向けることが多かったことから、社会的な順位に関わることが考えられる。個体数が十分ではないため、結論づけることは難しいが、協力行動の生起にあたっては、個体同士の安定した社会関係は重要であることが考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 草山太一	4. 巻 24
2. 論文標題 ハトとラットにおける協力課題の報酬分配	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 帝京大学心理学紀要	6. 最初と最後の頁 1、11
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 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 -

1. 著者名 草山太一・市川万由奈・余洋	4. 巻 24
2. 論文標題 ラットにおける餌と仲間の二者択一課題	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 帝京大学心理学紀要	6. 最初と最後の頁 13、23
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 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 -

1. 著者名 草山太一、余洋、市川万由奈、岡琴嶺、法月里紗、林真莉花	4. 巻 23
2. 論文標題 ラットにおける他個体への援助行動の実験的分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 帝京大学心理学紀要	6. 最初と最後の頁 1、14
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 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4件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Taichi Kusayama
2. 発表標題 Fair distribution of cooperative rewards in rats and pigeons
3. 学会等名 日本動物心理学会第79回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yang Yu, Mayuna Ichikawa, Taichi Kusayama
2. 発表標題 Do rats choose the cagemate over the food?
3. 学会等名 日本動物心理学会第79回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taichi Kusayama, Yang Yu, Mayuna Ichikawa, Kotone Oka, Risa Norizuki, Marika Hayashi
2. 発表標題 Do rats feel empathy for other rats?
3. 学会等名 日本動物心理学会第78回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Taichi Kusayama
2. 発表標題 Fair distribution of cooperative rewards in pigeons and rats
3. 学会等名 日本動物心理学会第82回大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

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

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