

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 30 日現在

機関番号：32643

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25730098

研究課題名(和文)協力行動の進化的基盤—哺乳類と鳥類の比較—

研究課題名(英文)The mechanisms underlying cooperative behaviour in animals

研究代表者

草山 太一 (Kusayama, Taichi)

帝京大学・文学部・准教授

研究者番号：80384197

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：ヒト以外の動物の協力関係を調査するために、げっ歯類(ラット・スナネズミ)と霊長類(コモンマーモセット)と鳥類(オカメインコ)を対象に、ひも引き協力課題などの行動実験をおこなった。その結果、げっ歯類では協力行動の生起が認められ、特にスナネズミは「協力における相手の存在の必要性」を認識できることも示された。一方、マーモセットや鳥類では協力的と考えられる行動が全く認められなかった。社会的に上下関係が形成されている動物では、優位個体が装置を独占する傾向があった。報酬の公平分配など、協力行動の成立には「パートナーを認める」能力が必要であり、げっ歯類は協力行動を検討する動物モデルとして有用と考えられる。

研究成果の概要(英文)：It has seen increased attention to the cognitive system of animal cooperative behavior. Two more individuals working together accomplish that only one individual can not be achieved. It may be said that the cooperative behavior is the social skill that became necessary to survive of severe habitat. In this study, rodents (rat, Mongolian gerbil) and primates (common marmoset) and bird (cockatiel) were tested in some cooperative tasks. As a result, it was not admitted that primates and bird cooperated together. The rodents had showed the understanding the need of other individuals for the task solving. These results have been interpreted as demonstrating an understanding of cooperation in rodents. It will be thought that the rodents are useful as an animal model examining a cooperation behavior in the future study.

研究分野：比較認知科学

キーワード：協力行動 ラット スナネズミ オカメインコ コモンマーモセット 種間比較

1. 研究開始当初の背景

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。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とした協力行動に関する事例は自然観察場面において多く報告されている一方で、実験的な分析にもとづいた研究はごく最近のことである。近年、ひも引き協力課題と呼ばれる協力行動を調べる手続きによって、チンパンジー(Hirata & Fuwa, 2007)、アジアゾウ(Plotnik et al., 2011)、ミヤマガラス(Seed et al., 2008)、ヨウム(Péron et al., 2011)を対象とした先行研究が報告されている。この課題では、2 個体が同時にひもを引くことで報酬の入った容器を自分たちの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ひもを引いてしまうと、ひもは容器を通り抜け、両個体とも報酬を獲得することはできなくなってしまう。先行研究における全ての動物において、同種の 2 個体が一緒にひもを引っ張ることに成功している。しかし、ミヤマガラスとヨウムについては、一方の個体が先に実験事態に入り、ある一定の遅延の後に、もう 1 個体が遅れて入るように操作すると、先に入った個体は相手を待たずにひもを引いてしまい、課題をクリアすることができなかった。もし動物が、他者の存在無くしては報酬を獲得することはできないというこの課題の性質を十分に理解しているのであれば、たとえ個体間で実験事態に入るタイミングに遅れが生じて、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期待される。このため、遅延ひも引き課題こそが協力行動の成立の是非を問う実験条件といえ、鳥類が示した結果は本当に協力的であったかどうか疑問が残っている。鳥類では難しいことについては、ひもの両端の間隔を操作して、協力が必要な場合と 1 個体でも成功する場合の 2 つの選択肢を用意したテストにおいても、相手の協力が必要な場合とそうでない場合を区別できなかったことから、居量力行動の成立は難しいことが示されている。以上のような背景から、実験場面における協力行動の生起が動物に広く認められることかどうかについて、慎重に検討する必要があると考えられる。

2. 研究の目的

比較認知科学的アプローチによって、鳥類(オカメインコ)、げっ歯類(ラット・スナネズミ)、霊長類(コモンマーモセット)という系統発生的に離れた 3 種の動物を対象に、協力行動に関する課題を用いた比較検討をおこない、その成立要因の解明を目指すことを目的とした。ひも引き協力課題を用いて、

それぞれの動物が、協力する相手の行動をモニターし、それに合わせて自己の行動を調整することができるか調査する。本実験で対象とする動物の中では、自然場面で他者と共同して餌を獲得するなど行動はほとんど確認されていない。しかし、そのような動物種も対象とすることで、動物本来の能力として、「(経験を重ねることで)必要に迫られた場合に他者と協力することができる」ことを調べることは、ヒトの協力行動の進化的なルーツや要因を探る上で欠かすことができない。そのため、直接に種間比較ができるように、哺乳類と鳥類の体サイズも出来るだけ揃えることを念頭に、先行研究と同じ課題で、未だ報告の無い動物種を扱うことにした。万が一、ひも引き協力課題の達成が難しい場合には、別の手続きや装置を考案し、動物間での比較検討ができるようにすることも目的に含めた。実験課題にパスできた場合は、互いが得られる利益を操作することで、協力場面において自己と相手の関係がどのように認識されているか調べた。

3. 研究の方法

同時・遅延ひも引き課題による検討

オカメインコ、ラット、スナネズミ、コモンマーモセットを対象に同時ひも引き課題を実施した。それぞれの個体の身体のサイズに合わせた装置を用意し、2 個体が同時にひもを引くことでエサの入った容器を手元まで引き寄せることができるかどうか観察をおこなった。課題の解決策方法について彼らが理解出来るかどうか調べるために、まずは装置を置いたときの動物の反応を観察した。その後、経験を重ねることで、協力できるかどうか、訓練を繰り返しておこなった。

同時ひも引き課題をクリアできた場合、続いて、遅延ひも引き課題を実施した。一方の個体を先に実験装置に入れてから、ある一定の遅延の後に、もう 1 個体が遅れて入るように操作した。先に入った個体が後に続く個体を待って、ひもを引くことができることが課題目標となった。

協力課題における他者の存在の必要性

遅延ひも引き協力課題で成功を見た動物種を対象に、課題解決のためには他者の存在が絶対的に必要ということを理解できているかどうかいくつかの実験条件より検討した。ひも引き協力課題の手続きに加えて、ペアのうち一方を外鍵のついた空間に閉じ込め、もう一方が解錠して仲間を呼び寄せてから、ひも引き協力をするかどうか調べた。この課題では、まず先に閉じ込められている個体を解放することが解決するポイントとなる。また、閉じ込める個体を 2 個体にして、一方はずっと一緒に訓練を受けたペア個体、そしてもう一方は新奇な個体の場合に、どのような反応が認められるかについても調べ

た。

別の課題による探索

ひも引き協力課題の達成が難しかった場合、その失敗の理由が課題特有の問題なのか（たまたま課題が合わなかった）、それとも動物本来の生得的な限界なのか（そもそも協力行動が全く生起しない）、ということ进行调查する必要がある。そこで、報酬を得るためには他者との協力が欠かせないが、ひも引き行動のように2個体のタイミングがズレても課題解決には支障の無いような別の手続きによる検討をおこなった。

4. 研究成果

同時・遅延ひも引き課題の結果

2個体が同時にひもを引くことで報酬の入った容器を手元まで引き寄せられる仕掛けになっている装置を利用した「ひも引き協力課題」において、全ての対象動物では、洞察的に課題の解決方法を理解し、すぐに個体同士で協力するような反応は認められなかった。しかし、訓練を重ねることによって、ラットとスナネズミは徐々に他者とタイミングを合わせて、ひもを引くことができるようになった。一方、オカメインコとコモンマーモセットでは、繰り返し訓練をおこなっても協力行動は認められず、それどころか個体同士がタイミングよく装置前に位置することさえも全く観察されなかった。

同時ひも引き協力課題をクリアすることができたラットとスナネズミについて、遅延ひも引き協力課題を実施した。その結果、ラットもスナネズミでも、ペア間でスタートをずらしても、相手を待って、ひも引き協力課題を解決することができた（図1参照）。

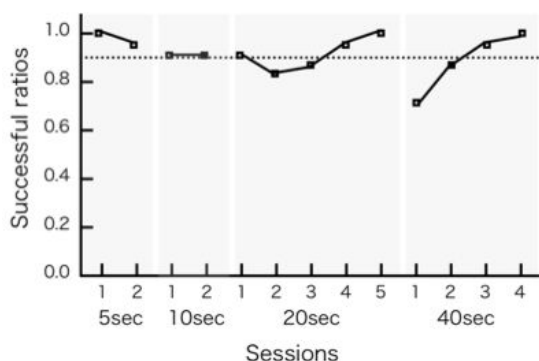


Figure 1. Successful ratios in the delayed release task

最大 40 秒の遅延条件を設定したが、同時ひも引き協力課題では実験をスタートして10秒以内にひもに触れていたため、この時間も他者の到来を待てることは、協力課題において、他者無しでは報酬を獲得することが出来ないという課題の特徴をラットやスナネズミが十分に学習できたことを示す。このことはげっ歯類が他個体をモニターし、相手に同調して自分の行動を変える能力を持っていることを示唆する。訓練を要することや、ひもを引く際に左右で引く位置が固定化し

て協力行動としては柔軟性に欠けるなどの問題点が明らかとなったが、げっ歯類でも認められることは比較認知科学の研究としては大きな意味があると考えられる。

協力課題における他者の存在の必要性

ラットでもスナネズミでも閉じ込められたパートナーを救出してから、一緒にひもを引いて報酬を獲得することができるようになった。特にスナネズミでは、パートナーと別の個体を明確に区別しているようで、誤って別の個体が閉じ込められている部屋を解錠するような反応は全く認められなかった。これらの結果は、げっ歯類が協力するために他者の存在が欠かせないことについて課題を通して学習できることを示す。

別の課題による探索

「ひも引き協力課題」を達成することができなかったオカメインコとコモンマーモセットを対象に、複数の個体が群飼されているケージ内に、報酬の入った容器を設置し、この容器に単独では持ち上げられないぐらいの重さの蓋をして、彼らの様子を観察した。その結果、いずれの動物においても、上位個体が容器を占有したり、常に特定の個体しか装置に近づかないといったように、複数個体が協力するような行動は認められなかった。

また、「ひも引き」という行動指標は変えずに、2個体の反応にズレが生じても課題解決できる別の装置を用いても、協力するような場面は認められなかった。2個体が同時にレバーを押すことで報酬の入った容器の蓋が開く仕掛けの装置をセットし、協力行動が生起するかビデオ観察をおこなったところ、この課題では2個体による同時レバー押し反応が認められた。「他者との協力が必要である」という課題解決のための条件をマーモセットが理解できていたかについては慎重に答えを見つける必要がある。課題遂行時に2個体の距離が近いと、優位個体が装置を独占する行動が認められたことから、他者との目的（報酬）を共有することは難しいことが考えられる。チンパンジーの先行研究によると、2個体で協力しても報酬が1つしか無いと、報酬の分配で争うことを杞憂して、協力行動が消滅するという報告がある。協力関係が成立するには、社会的な平等関係や、報酬の公平分配に関する概念が必要な要因と考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

草山太一 (2015). オカメインコの蓋開け協力課題. 帝京大学心理学紀要, 査読有, 19, 1-8.

松葉優香・草山太一. (2015). オカメインコの利他性に関する予備的研究. 帝京大学

心理学紀要,査読有,19,113-121.

〔学会発表〕(計9件)

草山太一 コモンマーモセットとオカメインコにおける蓋開け協力課題 日本動物行動学会第34回大会 東京海洋大学(東京都港区) 2015年11月

Taichi Kusayama Cooperative behaviors of common marmosets: opening the food container task 日本動物心理学会第75回大会 日本女子大学(東京都文京区) 2015年9月

草山太一 ネズミの協力行動 日本心理学会第78回大会 同志社大学(京都市上京区) 2014年9月

Taichi Kusayama Rats learn the necessity of other individual in a cooperative task 日本動物心理学会第74回大会 犬山国際観光センターフロイデ(愛知県犬山市) 2014年7月

Kentaro Nagasaka, Seira Arizumi, Keita Ishii, Rina Kinouchi, Anna Sasaki, Manato Suzuki, Yuki Miyamura, Taichi Kusayama Cooperative problem solving in Mongolian gerbils 日本動物心理学会第74回大会 犬山国際観光センターフロイデ(愛知県犬山市) 2014年7月

草山太一 ひも引き協力課題を用いたラットの協力行動 日本動物行動学会第32回大会 広島大学(広島県東広島市) 2013年12月

川村尚彦・草山太一 ひも引き協力課題を用いたラットと同調行動 日本動物心理学会第73回大会 筑波大学(茨城県つくば市) 2013年9月

松葉優香・草山太一 オカメインコにおける利己的選択 日本動物心理学会第73回大会 筑波大学(茨城県つくば市) 2013年9月

草山太一・川村尚彦 ひも引き協力課題を用いたラットの協力行動 日本動物看護学会第22回大会 帝京科学大学(東京都足立区) 2013年7月

6. 研究組織

(1) 研究代表者

草山 太一 (KUSAYAMA TAICHI)

帝京大学・文学部・准教授

研究者番号: 80384197