

2020.7.9 開催
第3回アカデミックカフェ
「動物にころはあるか？」

ハトは他者に協力できるのか？

文学研究科 准教授 佐伯 大輔

概要 「ころ」は「感情」や「思考」からなり、行動から推測されるものである。心理学史において、動物行動の解釈に際してできるだけ低次の過程を想定すべきとするモーガンの公準が重視されてきた。行動分析学では、行動の原因として「ころ」を想定せず、行動が条件づけの結果として獲得・維持されるとする。囚人のジレンマゲームを用いてハトの他個体との餌場の共有を調べた研究から、協力行動といった複雑な行動も条件づけの結果として学習されることが示された。

キーワード 擬人主義、モーガンの公準、循環論、囚人のジレンマゲーム、しっぺ返し方略



会場の様子

1. 心理学における「ころ」

心理学では「ころ」を、単一の用語で定義せず、「感情」、「気分」、「思考」、「意識」、「意図」、「動機づけ」、「知能」、「性格」等からなるものとする。これらの「ころ」の多くは、他者から観察できない「私的事象」(private events)である。例えば、「自分が何を考えているか」は、自分には明らかだが、他者からは観察できない。

一方、行動は、他者からも観察可能な公的事象(public events)である。「ころ」と行動の関係について、心理学者の多くは、「ころ」は行動の「原因」であり、行動から推測されるものであるという立場をとる。

心理学では、「ころ」の働きを明らかにするために、「実験」という方法が用いられる。例えば、部屋の湿度が作業遂行量に与える効果を調べようとした場合、部屋の湿度を様々に変化させ、それに応じて作業遂行量がどう変化するかを調べる。実験で、実験者が変化させる内容(部屋の湿度)を「独立変数」、独立変数の操作に応じて変化すると考えられる内容(作業遂行量)を「従属変数」と呼ぶ。さらに、直接観察できない変数と

して、「媒介変数」を想定する(図1)。これは、独立変数の操作によって影響を受け、従属変数に影響を与えると想定される変数である。例えば、湿度(独立変数)の変化が、気分(媒介変数)の変化をもたらし、それによって作業遂行量(従属変数)が変化すると考える。



図1. 心理学実験における各変数の位置づけ

2. 心理学における動物行動の解釈について

動物の行動をどう解釈するかについては、これまでにいくつかの主張がなされてきたが、心理学の歴史において取り上げられてきたテーマとして、「擬人主義」、「モーガンの公準」、「行動主義」等がある。擬人主義とは、人の行動解釈と同じ方法で、動物行動を解釈するという立場である。イギリスの生物学者ロマネスは、例えば、様々な動物が取る珍しい行動に対して、動物は「意図」をもって行動する、という擬人主義的な解釈を行った¹⁾。

一方、イギリスの生物学者ロイド・モーガンは、動物行動の解釈に際して、「観察された事実」と「観察者の推測」を区別する必要があると主張した。彼は、「心理学的尺度において低次の能力によるものとして解釈できる場合は、高次の心的能力が作用したものとして解釈してはならない」^[2]とするモーガンの公準（Morgan's canon）を提唱した。すなわち、ある動物の行動について、「意図」という高次のプロセスによる解釈と、「反射」という低次のプロセスによる解釈の両方が可能な場合、後者を選択するべきとする主張である。このモーガンの公準は、心理学では、個体の学習を基本原理とする行動主義（behaviorism）の立場が盛んであった1900年代半ばまで、動物行動を解釈する上で重要な指針となった。

3. 行動分析学の考え方

行動分析学（behavior analysis）は、行動主義の考え方を受け継ぎながらも、新しい行動の見方を提供する。行動分析学は、動物の習得的（学習性）行動が、条件づけ（conditioning）によって形成・維持されることを主張する。条件づけには2種類あるが、このうち、環境に働きかける行動を対象とするオペラント条件づけを重視する。オペラント条件づけの基本図式である三項随伴性を図2に示す。



図2. 三項随伴性

例えば、野生の鳥が、赤い実を食べたところ、甘い味がしたが、青い実を食べたところ、苦い味がしたとする。そして、以後この鳥は、赤い実のみを食べるようになったとする。この時、赤や青は「弁別刺激」、食べる行動は「オペラント」、甘い味は「強化子」ということができる。赤い実を食べる行動が頻繁に生じるようになった場合、その行動は甘い味によって「強化」されたとする。弁別刺激は、特定のオペラント行動が強化されるかどうかを示す「手がかり」として機能する。

行動分析学では、行動を「意識」や「性格」といった内的要因によって説明することは循環論に陥るとし、そのような説明を避けてきた^[3]。循環論の例として、家で飼っている犬が「外交的な性格」をしているとする。この「性格」は、例えば他の犬に積極的に働きかけるという行動から推測したものであるにもかかわらず、この行動の説明に用いられていることから、循環論となる。

行動分析学は、行動の原因を「こころ」ではなく、環境刺激（弁別刺激、強化子）や行動履歴に求める。このように行動分析学では、「こころ」を想定せずに、主に環境刺激によって行動を説明する。次に述べるように、「他個体への協力」といった複雑な行動も、条件づけの結果として分析することができる。

4. 囚人のジレンマゲームによる協力行動研究

心理学では、協力行動の分析に「囚人のジレンマゲーム」（prisoner's dilemma game）^[4]という枠組みを用いる。これは、経済学で開発された「ゲーム理論」に由来しており、心理学や行動生物学等で広く用いられている。囚人のジレンマゲームでは、2個体のプレイヤーが、それぞれ、相手に「協力」するか、「裏切り」かの選択を行う。選択結果として得られる利得は、互いの選択内容によって決まる（図3）。

図3は、囚人のジレンマゲームの利得行列を表す。カッコ内の左側の数値が、プレイヤー1に与えられる利得、右側の数値が、プレイヤー2に与えられる利得をそれぞれ示す。集団レベルで最も利得水準が高いのは、2個体とも協力を選ぶ場合であるが、個体レベルで最も利得水準が高いのは、自分が裏切り、対戦相手が協力を行う場合である。

		プレイヤー2	
		協力	裏切り
プレイヤー1	協力	(3, 3)	(0, 5)
	裏切り	(5, 0)	(1, 1)

図3. 囚人のジレンマゲームの利得行列

囚人のジレンマゲームにおける合理的選択は、このようなゲームを1回だけ行う場合には「裏切り」であるが、選択を複数回行う場合には、対戦相手の選択方略に依存する。例えば、対戦相手の選択方略がランダム（RND）の場合、「裏切り」が合理的であるが、しつぺ返し（tit-for-tat, TFT）の場合、「協力」が合理的となる。しつぺ返し方略とは、1試行目は「協力」を選択し、2試行目以降は、前試行で対戦相手が選んだ選択肢と同じ選択肢を選ぶ方略である。

これまで、様々な種類の動物を対象に、囚人のジレンマゲームを用いて協力行動が調べられてきた。動物には利得行列の説明を言葉で行うことができないので、オペラント条件づけの手法を用いて、動物に「協力」と「裏切り」の選択を行わせ、その結果を何度も経験させることで、利得行列の内容や対戦相手の方略を学習させる。多くの研究

は、動物が「協力」よりも「裏切り」を多く選ぶことを報告している。

例えば、Green, Price, & Hamburger (1995)^[5]は、ハトを対象に、オペラント条件づけの手法を用いて、コンピュータを対戦相手とした囚人のジレンマゲームを実施し、協力行動を測定した。

実験では、ハトは実験箱の中で、「協力」を示すキーと「裏切り」を示すキーのいずれかをつつくことで餌（強化子）を得ることができた（各キーは、赤または緑色で示された）。いずれかのキーがつつかれた後、コンピュータの選択が、ランプの色（青または黄）で示された。その後、図3の利得行列に基づき、ハトに餌ペレットが提示された。例えば、ハトもコンピュータも協力を選択した場合、ハトに3個の餌ペレットが提示された。これを1試行とし、1日あたり数十試行実施された。このような実験が30日前後行われた。コンピュータの方略として、RNDやTFTが設定された。

その結果、コンピュータの方略に関わらず、ハトは「裏切り」を多く選ぶことが明らかになった。この結果は、囚人のジレンマゲームにおいて、ハトが対戦相手の方略を学習できないことを示している。

Greenらの研究は、実験的な統制が取れている点では優れているが、対戦相手の見えない実験箱において、キーをつつくことで「協力」「裏切り」を選ぶという自然場面とはかなり異なる状況が用いられている。自然場面では、他者と協力をする場合、他者が近くにいる、他者が見えることが多いと思われる。

Stephens, McLinn, & Stevens (2002)^[6]の研究では、アオカケスを対象に、協力選択時に対戦相手が見えるような実験箱を用いて、囚人のジレンマゲーム状況における協力行動を測定した。対戦相手のアオカケスは、コンピュータの指示通りに選択を行う「サクラ」であった。その結果、コンピュータの方略がTFTである時に、アオカケスの協力選択の割合は0.45付近まで上昇した。

5. 餌場共有場面を用いた協力行動測定

上述の先行研究を踏まえ、Kitano, Yamaguchi, Saeki, & Ito (in press)^[7]は、餌場の「共有と独占」という選択場面を用いて、17個体のハトを対象に、協力行動に及ぼす要因の効果を検討した。この研究では、他個体（サクラ）と同じ場所で餌を食べる（共有）か、自分だけで餌を食べる（独占）かを、場所の移動によって選択する実験装置が用いられた（図4）。

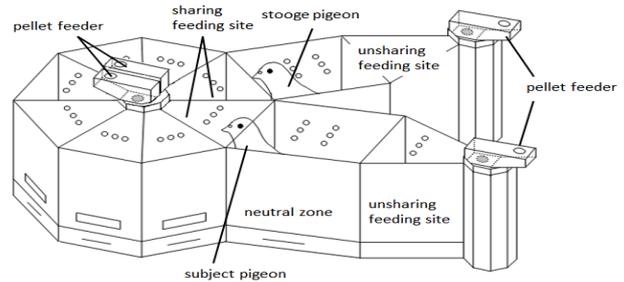


図4. 餌場の共有-独占選択を測定する装置

「共有」は協力の一種と位置づけられる。図4の左側が「共有餌場」であり、右側が「独占餌場」である。これらの餌場の選択はそれぞれ、囚人のジレンマゲームの「協力」と「裏切り」に対応させ、図3の利得行列に基づいて餌ペレットを提示した。隣の部屋のハトはサクラであり、コンピュータの指示通りに選択するよう予め訓練された。

実験では、サクラ個体の存在（有り/無し）、対戦相手の方略（TFT/RND）、ジレンマ構造（囚人のジレンマゲーム/チキンゲーム）が、独立変数として操作された。チキンゲームは、双方のプレイヤーが裏切りを選択した場合に最悪な結果になる利得行列である。

図5は、各条件における共有餌場の平均選択割合を示す。統計的検定の結果、共有餌場の選択割合は、サクラ有り条件とTFT条件では0.5よりも高いこと、さらに、RND条件よりもTFT条件のほうが高く、サクラ無し条件よりもサクラ有り条件のほうが高いことが明らかになった。

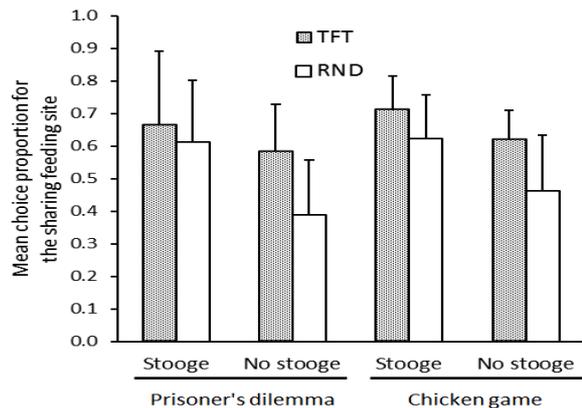


図5. 各条件における共有餌場の平均選択割合

本実験の結果は、場所の移動による選択や、他個体が見える、といった自然場面に近い状況では、ハトは協力行動を学習できることを示している。

このことから、ハトは、オペラント条件づけの経験を通して協力行動を学習できることから、協力行動の原因として、必ずしも「こころ」を設定する必要は無いと考えられる。

しかしながら、環境刺激により私的事象が変化することはありうるため^[8]、原因ではなく「結果」としての「こころ」については、検討の余地がある。

参考文献

- [1] ボークス, R. 宇津木保・宇津木成介 (訳) (1990). 「動物心理学史: ダーウィンから行動主義まで」誠信書房.
- [2] 中島定彦 (2019). 「動物心理学—心の射影と発見—」昭和堂.
- [3] 杉山尚子 (2005). 「行動分析学入門—ヒトの行動の思いがけない理由」集英社新書.
- [4] パウンドストーン, W. 松浦俊輔他 (訳) (1995). 「囚人のジレンマ—フォン・ノイマンとゲームの理論」青土社.
- [5] Green, L., Price, P. C., & Hamburger, M. E. (1995). Prisoner's dilemma and the pigeon: Control by immediate consequences. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *64*, 1-17.
- [6] Stephens, D. W., McLinn, C. M., & Stevens, J. R. (2002). Discounting and reciprocity in an iterated prisoner's dilemma. *Science*, *298*, 2216-2218.
- [7] Kitano, S., Yamaguchi, T., Sacki, D., & Ito, M. (in press). Pigeons' choice between shared and unshared feeding sites in game situations. *Mexican Journal of Behavior Analysis*.
- [8] 渡辺 茂 (2019). 「動物に『心』は必要か—擬人主義に立ち向かう」東京大学出版会.

発表者紹介

佐伯大輔 1973年京都市生まれ。岡山大学文学部卒。大阪市立大学大学院文学研究科後期博士課程単位修得退学。博士(文学)。専門分野は、行動分析学、学習心理学。主な研究テーマは、ヒトを含めた動物の意思決定・選択行動に関する研究。主要著書: 「価値割引の心理学—動物行動から経済現象まで」(昭和堂, 2011年), 「はじめての行動分析学実験—Visual Basicでまなぶ実験プログラミング」(共著)(ナカニシヤ出版, 2011年)