

# マーモセットは第三者間のやり取りが公平かどうかを判断する Marmoset monkeys are sensitive to third-party reciprocity

○安江みゆき<sup>1,2</sup>, 坂野拓<sup>2</sup>, 一戸紀孝<sup>2</sup>, 川合伸幸<sup>1,2</sup>

Miyuki Yasue, Taku Banno, Noritaka Ichinohe, Nobuyuki Kawai

1 名古屋大学大学院情報科学研究科, 2国立精神・神経医療研究センター

1. Graduate School of Information Science, Nagoya University

2. Research National Institute of Neuroscience, National Center of Neurology and Psychiatry

myasue@ncnp.go.jp

## Abstract

Many primates including humans exchange resources (e.g. food) and services (e.g. grooming) on a one-to-one situation. It is said that reciprocity and cooperation are fundamental to human society. A recent study showed that capuchin monkeys were sensitive to third-party reciprocity.

In this study, we tested common marmosets using the similar paradigm used to test capuchin monkeys. Marmoset monkeys accepted food less frequently from non-reciprocal human actor than from reciprocal actor in non-reciprocal condition, while they accepted rewards from both actors equally in reciprocal condition that was similar to capuchin monkey's result. These result indicate that sense of judgment in third-party reciprocity do not need domain-general higher cognitive ability based on proportionally larger brains, but rather come up from the cooperative and pro-social tendencies of species.

**Keywords — marmoset, reciprocity, third-party relationships, social exchange**

## 1. 目的

ヒトを含む霊長類には、互いに資源（食物など）やサービス（毛繕いなど）のやり取りをする互惠行動がみられる。互惠行動の不足は、パートナーの選択肢から外されるなどの不利益につながることもある。互惠性を成立させるためには、個体識別能力と記憶力の他に、双方が提供した資源やサービスのバランスが取れているかどうかに対して敏感であることが必要だと考えられ、これら高い認知能力を必要とする互惠性は、ヒトの協利行動の起源であると考えられている。

最近の研究で、フサオマキザル(*Cebus apella*)の目前で第三者が非互惠的なやり取りをするところを見せた結果、資源を独占的に手にしたヒトか

ら餌を有意に受け取らないことが示された[1]。フサオマキザルは、体重 2~4kg 程度、自然界では道具を使用し、記憶を含めた高い知性をもつことで知られている新世界ザルである。この第三者の互惠性を認識する能力が、脳サイズの大きさに起因したフサオマキザルの高い知性によるものか、あるいはこの動物の協力的な子育てにみられる向社会的な性質によって獲得した社会的認知能力の結果なのかはまだわかっていない。

近年、実験動物として注目されている霊長類の一つにコモン・マーモセット (*Callithrix jacchus*: 以下マーモセット) がある。マーモセットは、フサオマキザルと同じ新世界ザルであるが、体重は 250~500g と小型である。脳の重量と体重を考慮して換算した脳化指数(EQ: encephalization quotient)は知性と関連があるとされているが、ヒトは 7.4-7.8, フサオマキザルは 2.4-4.8 に対して、マーモセットは 1.7 と低い[2]。しかし、マーモセットは家族単位で生活し、一度に 2~3 頭生まれる子の育児を母親とともに父親も参加する生態をもつ向社会的な動物である。マーモセットは、身体に対する脳サイズは小さくワーキングメモリ課題などの非社会的知性は高くないが、社会的認知課題では比較的他の姉妹群よりも優れた成績を示す[3]。本研究は、第三者の公平性を評価する能力が、その動物の持つ向社会的な性質によってもたらされるのかそうかを調べるために、マーモセットにフサオマキザルと同様課題を与えて、第三者に対する互惠性を判断できるかどうかを検討する。

## 2. 方法

【動物】本研究で使用した動物は、国立精神・神経医療研究センターで繁殖および飼育された 19～23 ヶ月齢のマーモセット 4 頭（雌雄各 2 頭）であった。動物は、実験開始時には 51 × 31 × 61cm のステンレス製ワイヤーケージに個別飼育されていた。飼育室は気温 28°C に保たれ、7 時点灯 19 時消灯の明暗サイクルであった。飼料はマーモセット用の固形飼料が 1 日 2 回給餌される以外に、バナナ、サツマイモ、レーズンなどの補食が毎日与えられていた。

本研究で用いたマーモセットは、実父母によって養育された後、父母と離れてきょうだいで飼育され、その後個別飼育された (Table 1)。また、30 週齢時に社会性試験 (3 チャンバーテスト) の経験があった。

Table 1. Social history of animals

Subject	Live with parents	Live with litter	Beginning of experiment
Tyaozu♀	~10.7 mo.	~19.8 mo.	22 mo.
Uron♂	~10.7 mo.	~19.8 mo.	23 mo.
Uni♀	~6.0 mo.	~6.8 mo.	19 mo.
Fugu♂	~6.0 mo.	~6.8 mo.	19 mo.

### 【装置および手続き】

実験は、国立精神・神経医療研究センター 神経研究所総合動物棟内の行動実験室で行われた。実験には、実験箱としてステンレス製の移動箱 (25 × 20 × 18.5 cm) と、それを置く台 (135 × 45 × cm)、および不透明なスクリーン (590 × 420cm) を用いた。移動箱は、一方がワイヤーメッシュになっており動物は箱の中からヒト演者のやりとりを見ることができた。

マーモセットは、実験中に不必要な情動の生起させないように、自発的に移動箱に入るように予め訓練されており、実験者に捕獲されることなく実験室に移動した。マーモセットの入った実験箱の前に不透明なスクリーンを設置し、スクリーンを開けて二人のヒト演者が食物 (パン片 2 つとサツマイモ片 2 つ) をやり取りするシーンを見せた。

演者と動物の距離は 92cm で、2 人の演者は 50cm 離れて立っていた。いったんスクリーンを閉めて、5 秒後に再びスクリーンを開け、二人の演者 (A と B) が手に同じエサ (7mm 角の蒸しパン) を乗せて同時にマーモセットに提示し、マーモセットにどちらかの演者が持っているエサを取らせたマーモセットがどちらかのエサを取るか、1 分以上経過したところでその試行は終了となった。

やり取りのシーンは①ヒト演者がお互いに公平に食物を受け取ったり渡したりするシーン (公平条件) と、②A の演者が食物を独り占めするシーン (不公平条件) の 2 種類から構成されていた。(Figure 1)。それぞれのシーンは 1 セッション 12 試行で、各 6 セッションずつ行った。公平条件セッションと不公平条セッションは交互に行われ、2 名のヒト演者が演じる AB の役割は、セッション間でカウンターバランスをとった。演者となる実験者 2 名は、動物に十分なじみがあった。

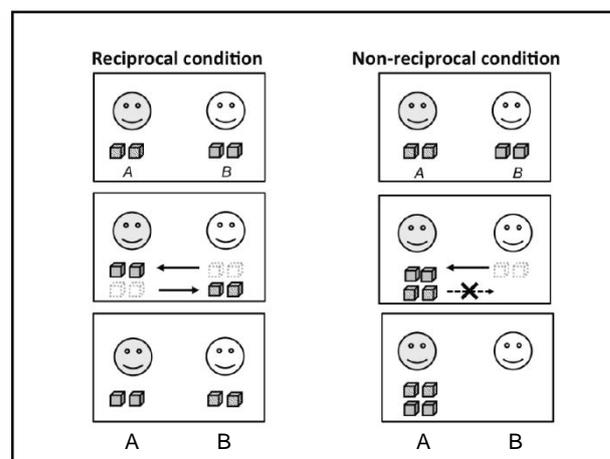


Figure 1. Reciprocal condition and non-reciprocal condition

## 3. 結果

4 頭のマーモセットが行った試験は計 576 試行であったが、どちらの演者からもエサを受けとらなかった 7 試行については分析から除外した。ウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ、Figure 2 に示す通り、公平条件では、マーモセットがエサを受け取る割合に、演者 AB 間の差が認められなかった ( $z = -0.34$ ,  $p = 0.77$ )。不公平条件では、マーモセットは食物を受け取ったのにお

返しをしなかった演者Aからエサを受け取る割合がBよりも有意に低かった( $z = -2.42$ ,  $p = 0.014$ ). さらに不公平条件で演者Aからエサを受け取った割合は、公平条件で演者Aから受け取った割合よりも有意に低かった( $z = 2.19$ ,  $p = 0.028$ ).

各条件それぞれ6セッションを前半3セッション、後半3セッションに分けて分析したところ、Figur3に示す通り、前半3セッションでは、公平条件でも不公平条件でも演者AB間の差が認められなかった。後半3セッションでは、公平条件では差が認められなかったが、不公平条件では、マーモセットは食物を受け取ったのにお返しをしなかった演者Aからエサを受け取る割合がBよりも有意に低かった( $z = -2.897$ ,  $p = 0.010$ ). さらに不公平条件で演者Aからエサを受け取った割合は、公平条件で演者Aから受け取った割合よりも有意に低かった( $z = 2.39$ ,  $p = 0.019$ ).

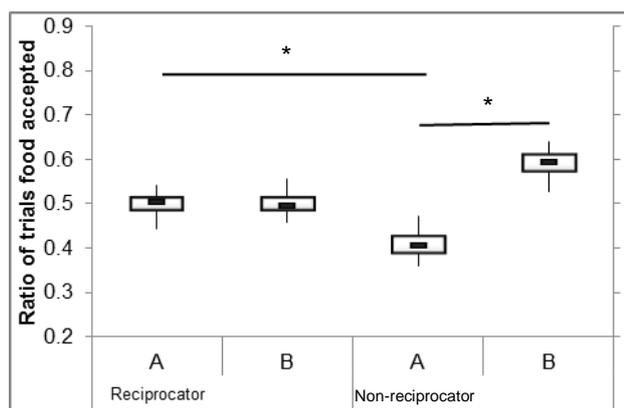


Figure 2. Monkeys' acceptance of food from actors A and B in each condition. Once the monkey took a food, the screen came down preventing it from taking food from the other actor (a forced-choice design). The boxes show the median, interquartile range and full range of scores.

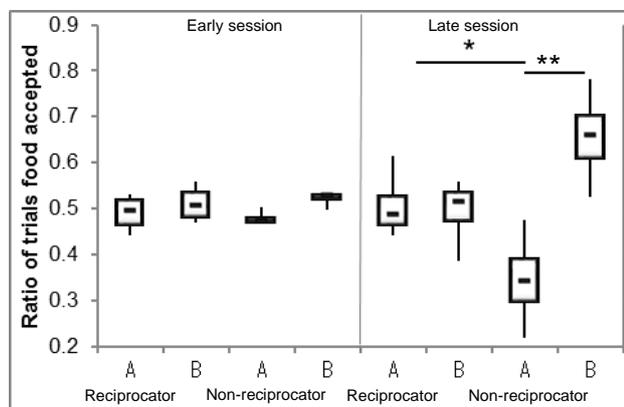


Figure 3. Monkeys' acceptance of food from actors A and B in each condition, early session and late session.

#### 4. まとめ

本研究の結果から、マーモセットは、これまでヒトが不公平なやりとりをするシーンを見た経験がなかったにも関わらず、ヒト演者のやりとりを観察して、公平なやりとりをしなかったヒトを回避したことが明らかになった。このような第三者間評価は、フサオマキザル[1]やヒト幼児[4]など異なる種で報告されてきた結果と一致した。

また、前半のセッションでは公平なやりとりをしたヒト演者を回避する傾向が認められなかったが、後半のセッションでは有意に回避した。このことから、第三者であるヒト演者の公平性を評価するにはある程度の経験は必要であるが、それはわずかな経験しか必要としなかったことが示された。

マーモセットは、ヒトやフサオマキザルのような高い認知能力を持たないとされている。このことから、第三者間で不平等なやりとりをした者を排除するメカニズムは、脳サイズに基づく高い認知能力を必要としないことが示唆された。

マーモセットは一度に2~3頭の仔を出産し、父親も授乳以外の育児を分担する。仔が2頭とも育つためには、どちらの仔も平等にケアされ、平等に食料が分配される必要があるために、第三者の公平性をモニターする能力は繁殖に十分利益がある。そのため、この能力は向社会的な性質に起因するものであることが考えられる。川合ら(2014)は、フサオマキザルとマーモセットにみられるこれらの能力は、相同ではなく co-breeding (共同飼育) を背景とした収斂の結果であると主張している[5]。

現在のところ、このような能力はヒトとフサオマキザル、マーモセットでのみ確認されているだけである。しかし、二者関係での互惠行動は多くの社会的な霊長類で見られることであり、互惠性の不足によって個体に不利益が生じることもある。また不平等なエサの配分を拒否したという報告があることも[6]、この能力と社会性との関連を示唆する。マーモセットは、フサオマキザルと同じ新世界ザルであり、新世界ザルと旧世界ザルの分岐は、約3500-4000万年前とされる[7][8]。この能

力が相同ではなく、その動物の向社会的な性質によって獲得された収斂の結果であることを示すために、新世界ザルだけではなく脳サイズや社会性を考慮して、さらに他の向社会性霊長類でも同様に調べていく必要がある。

## 5. 参考文献

- [1] Anderson, J. R., Takimoto, A., Kuroshima, H., & Fujita, K. (2013) Capuchin monkeys judge third-party reciprocity. *Cognition* 127, 140-146.
- [2] Roth, G., & Dicke, U. (2005) Evolution of the brain and intelligence. *TRENDS in Cognitive Sciences* vol.9-5, 250-257
- [3] Tsujimoto, S., & Sawaguchi, T. (2002) Working memory of action: a comparative study of ability to selecting response based on previous action in New World monkeys (*Saimiri sciureus* and *Callithrix jacchus*). *Behavioral Processes* 58, 149-155
- [4] Hamlin, J. K., Wynn, K., & Bloom, P. (2007) Social evaluation by preverbal infants. *Nature* 450, 557-559.
- [5] Kawai, N., Yasue, M., Banno, T. & Ichinohe, N. (2014) Marmoset monkeys evaluate third-party reciprocity, *Biology Letters* May 10(5) : 20140058
- [6] Brosnan SF, Schiff HC, de Waal FBM. (2005) Tolerance for inequity may increase with social closeness in chimpanzees. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 272, 253-258.
- [7] Goodman M, Porter CA, Czelusniak J, Page SL, Schneider H, Shoshani J, Gunnell G, Groves CP. (1998) Toward a phylogenetic classification of Primates based on DNA evidence complemented by fossil evidence. *Molecular Phylogenetics and Evolution* Jun; 9(3), 585-98

- [8] Surridge, A. K., and D. Osorio (2003) Evolution and selection of trichromatic vision in primates. *Trends in Ecology and Evolution* 18(4): 198-205.