

## 齧歯類の道具使用訓練 Tool use training in a rodent

岡ノ谷一夫\*<sup>1</sup> 時本楠緒子\*<sup>1,2</sup> 熊澤紀子\*<sup>2</sup> 日原さやか\*<sup>2</sup> 入來篤史\*<sup>2</sup>  
Kazuo Okanoya, Naoko Tokimoto, Noriko Komazawa, Atsushi Iriki

理化学研究所脳科学総合研究センター \*<sup>1</sup>生物言語研究チーム \*<sup>2</sup>象徴概念発達研究チーム  
RIKEN Brain Science Institute, 1.Laboratory for Biolinguistics, 2.Laboratory for Symbolic Cognitive Development

Is tool use an ability unique to humans and other primates? We suggest otherwise by demonstrating that a species of rodent, Degu, can be trained to use a tool to obtain an otherwise out-of-reach food reward. The trajectory of the T-shaped tool, as shown in the action of a trained Degu, resembled that of a casino dealer gathering tokens. As indicated by such tool use in rodents, some of our higher cognition may ensue from a specific combination of a number of general talents, talents that even rodents may possess. The difference between rodents and we humans may be that we are born to cultivate ourselves.

### 1. 背景

道具使用行動は、人間とサルやカラスなど一部の動物のみが持つ特別な能力なのだろうか。ヒトは、いつから、どうやって道具を使えるようになったのか、道具を使うために必要な脳のメカニズムはあるのか、これらの謎はまだ解明されていない。これまで、ニホンザルなどを対象とした研究が行われてきたが、私たちは道具使用の脳内機構を解明するためには、実験で扱いやすい齧歯類(ネズミ)を道具使用のモデル動物として確立することが必要であると考えた。

研究で用いたデグーは、アンデス山脈に棲む、体長が約 12 センチ(尻尾の部分を除く)、重さが約 200 グラム程度の大きさの齧歯類である。後ろ足で立ち上がった状態で器用に前足を使うことに加えて自発的な入れ子操作[Tokimoto 2004]を行うことから、道具を使用する可能性があると考えた。そこでデグーに熊手型の道具を与え、それを用いて手の届かない場所にある餌をとれるかどうか、また熊手を道具と認識できるかどうかについて検討した。なお、本稿は既発表の [Okanoya 2008] の抄録である。

### 2. 方法

私たちは、6 匹のデグー(オス 4 匹、メス 2 匹)に対し、幅が 3 センチメートル、長さが 4 センチメートル、重さ 2.1 グラムのデグーサイズの樹脂製の T 字型熊手を用いて、手が届かない場所にある餌をとらせる訓練を約 60 日間行った。訓練には、入来チームリーダーが開発したニホンザルの訓練方法 [Iriki 1996; Ishibashi 2000] を応用し、段階的に条件づけする方法を用いた。

#### 2.1 条件付け

##### (1) 第 1 段階: 熊手をまっすぐ引いて餌をとる訓練

まずはじめにデグーに熊手を引けば餌がもらえることを教えた。デグーの前に、熊手と餌をまっすぐ引けば餌がとれる配置で並べておき、引き寄せる訓練をした(図 1A, Level 1a)。熊手を引いて餌を食べることができれば「成功」、道具を置いてから 60 秒たっても餌がとれなければ、「失敗」とした。デグーは、1 日目から前足で熊手を引くことができた。熊手と餌の距離を伸ばしていくと失敗も増えていったが、約 1 週間で長い距離を引いて

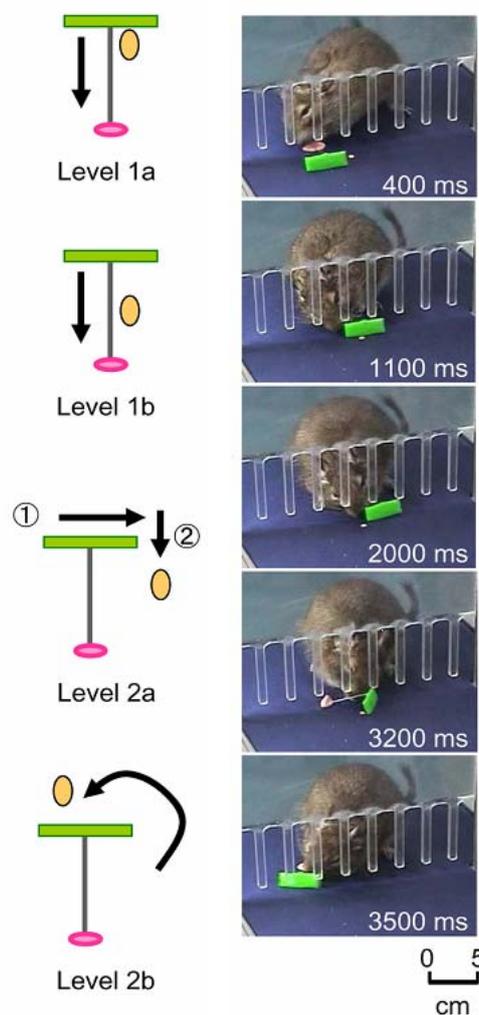


図 1 A: 訓練段階 B: 成功例

連絡先: 岡ノ谷一夫 Okanoya@brain.riken.jp

餌を取るようになった(図 1A, Level 1b)。

(2) 第 2 段階: 熊手を横方向に操作する訓練

次に餌の位置を徐々に熊手から離していき、まっすぐ引くだけでは餌をとれない配置で訓練を行なった(図 1A, Level 2a)。デグーが餌を食べるためには、まず熊手を横方向に動かしてから、引く必要がある。最初、デグーはこの課題ができなかった。一度失敗すると熊手から手を放してしまい、再び道具を持つことはなかった。訓練を重ねるにつれて、少しずつ再挑戦するようになったが、左右に動かすばかりで手元しか見ていないことから、まだ熊手を「手の届かない場所にある餌をとるための道具である」と理解していないと考えられた。

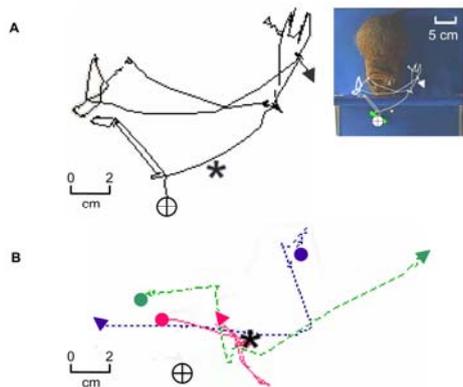


図 2 道具の動かし方の変化。A. 道具を前に出せるようになった頃の、道具先端中心部の軌跡。デグーはしばらくの間餌の周りで熊手を動かしていたが、餌をとることはできなかった。B. 上達していく過程を示した。道具の操作を獲得しつつある middle1 (ピンク) ではまだごちないが、middle2 (緑) から late (青) にかけて軌跡が滑らかになり、合理的な引き方ができるようになったことがわかる。( \* がエサで、○+は熊手を最初に置いた位置、●が軌跡の始点、▲が動きの方向と行動の終了地点を表す。)

(3) 第 3 段階: 熊手操作の熟達と機能の理解

第 2 段階の途中から、デグーは熊手を左右に動かすだけでなく、前に押し出すことができるようになった。これに前後して餌が置いてある位置を確認するようになり、成功する確率が高くなった(図 1B)。この段階で、デグーは、最終段階に予定していた「熊手の向こう側に置かれた餌をとる」技術を、自ら試行錯誤しながら習得していった(図 1B, Level 2b)。また、訓練を重ねるにつれて道具の扱いが上手になり、合理的な引き方ができるようになっていった(図 2)。最終的には訓練を行った 6 匹すべてのデグーが、道具を使えるようになった。

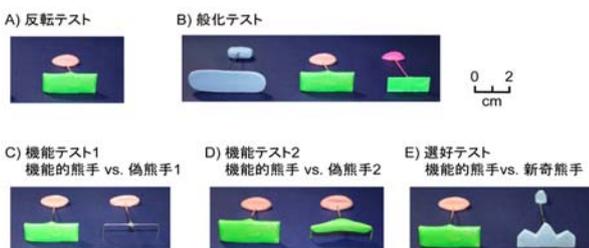


図 3 : 機能理解テストに使われた道具

3. 機能理解テスト

動物の道具使用でしばしば問題になるのは、行動パターンではなく認知的な側面である。つまり、何のために道具を操作して

いるかを、その動物が理解しているかどうか重要なポイントになり得る。そこで、訓練により道具を使えるようになったデグーが、熊手の機能を理解しているかどうかを調べるため、訓練を終えた 6 匹中、任意の 4 匹に対して 5 種類のテストを行った。その結果、デグーは熊手が離れた場所であればどこに行き、これまで使ったことがない色や大きさの熊手でも訓練と同じように使えることがわかった(図 3A, B)。また、外見はよく似ているものの歯が欠けているため餌を引き寄せることができないニセ熊手と機能的な熊手を並べて与えると、機能的な方を選んで使う(図 3C, D)。機能的な熊手を 2 個並べて与えると、どちらの熊手も同じように使った(図 3 E)。また、道具を必要としない近い場所に餌を置くと、素手で餌を取る方法を用いた。このことから、十分に訓練したデグーは、熊手を「手の届かない場所にある餌を引き寄せ」道具として認識しており、熊手の外見からその機能を推測して適切な熊手を選ぶことができるといえる。

4. 今後の期待

本研究は、道具を使えるとは考えられていなかった齧歯類が、訓練すれば道具を使えるようになることを示した世界で初めての報告である。道具を使う動物として、チンパンジーやカラスなどが知られているが、ネズミがこのような熊手を使うことは想像すらされていなかった。野生のデグーが道具を使うという報告はないが、私たちは、飼育下のデグーに道具を使って餌をとらせる訓練に成功した。これにより、これまで道具を使うことなどないと考えられていた種でも、訓練により道具を使うようになる可能性が示された。

ヒトの高次な認知機能と密接に関連する道具使用行動には、特別な脳機能が必要であると考えられていたことから、これまでには主に霊長類を対象とした研究が進められてきた。特に、脳内機能を調べる研究ではニホンザルが用いられてきましたが、動物の確保や飼育コストなどの問題があるため、分子生物学的な技術を用いた研究には限界がある。今後は、齧歯類など他の動物種を用いることにより、道具使用に代表される複雑な認知機構が脳でどのように可能となるのかを、分子レベルで解明する研究が推進できる。私たちは、デグーにおける道具使用の脳内機構を分子レベルで解明し、ヒトの脳機能解明につなげることを目指している。

参考文献

[Tokimoto 2004] Tokimoto, N. & Okanoya, K. Spontaneous construction of "Chinese boxes" by Degu (*Octodon degu*): A rudiment of recursive intelligence? *Jpn. J. Psychol.* 46: 255-261 (2004).  
 [Okanoya 2008] Okanoya K., Tokimoto N, Kumazawa N., Hihara S., Iriki A. Tool-use training in species of rodent: the emergence of an optimal motor strategy and functional understanding. *PLoS One* 3: e1860-1 - e1860-8 (2008).  
 [Iriki 1996] Iriki A, Tanaka M, Iwamura Y. Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurones. *Neuroreport* 7: 2325-2330 (1996).  
 [Ishibashi 2000] Ishibashi H, Hihara S, Iriki A. Acquisition and development of monkey tool-use: behavioral and kinematic analyses. *Can J Physiol Pharmacol* 78: 958-966 (2000).