

チンパンジーとコンピュータ記憶課題

京都大学霊長類研究所 井上紗奈・松沢哲郎

1. はじめに

進化の隣人とも言うべきチンパンジーは、われわれ人間を知るうえで、非常に貴重な存在である。

京都大学霊長類研究所には、2008年4月現在、7歳の子どもから40歳を超えるおとなまで、3世代、計14個体のチンパンジーが群れで生活し、日々さまざまな行動研究、認知研究に参加している。ご存知かもしれないが、なかでも、「アイ」という名のチンパンジーは、1978年から行われてきたアイ・プロジェクトの立役者でもある。アイ・プロジェクトでは、ヒトとチンパンジーの記号操作を直接比較するために、アラビア数字を媒体とした数概念の研究を行ってきた。たとえば、実物の鉛筆を見せるとその本数をコンピュータ上の数字で答える、0から9までの数字を小さい順に選ぶ、コンピュータ画面左にあらわれたドットの数を右側にあらわれたアラビア数字のなかから対応する数を選ぶ、といった研究がある。

2. アイを追いかけて

チンパンジー・アイが2000年に息子のアユムを出産した。そのアユムも、4歳になった2004年の4月、「アラビア数字の系列学習」を始めた。

毎朝アユムはアイといっしょに実験室に来て、それぞれ個別のコンピュータに制御されたタッチパネルモニタに直面して学習をしている。



図1 愛知県犬山市にある京都大学霊長類研究所でアイ・プロジェクトが始まった。写真はアイ(右)とその息子アユム(左)。

学習課題は1から9までのアラビア数字を小さい順に選ぶ、というものである(「系列課題」)。まず、第1段階として、画面上のランダムな位置に数字が1つあらわれる。数字に触れると正解のチャイムが鳴ってリングが出てくる。これで画面に



図2 アイと幼い頃のアユム。

触れる、ということと報酬がもらえる、ということを学習する。第2段階では、1と2の2個の数字が画面上のランダムな位置にあらわれる。1に触れるとそれが消え、さらに2に触れるとそれも消えて、正解のチャイムが鳴り報酬がもらえる。ただし先に2に触れると画面から数字が消えて、不正解のブザーが鳴る。これが正しくできるようになると、画面に同時に呈示する数字を、1・2・3、1・2・3・4と段階的に増やしていく。すべての数字系列において、数字を小さい順に選択することが求められ、こうしてアユムは1から9までの数字の順序を学習した。

アユムが1から9までのどのような数字の組み合わせでも小さい順に選べるようになったところで、これを利用した数字の記憶について調べてみた(「記憶課題」)。たとえば2と4と7が画面にあらわれたとき、2に触れるとそれが消える、と同時に、画面に残った4と7が白く塗りつぶされた四角形に置き換わる。あとは四角形に置き換わる前の、数字の小さい順に白い四角形に触れられれば正解である。この課題は最初の数字を選ぶ前に、どの数字が画面のどの位置にあるかを記憶していなければならないむずかしさがある。しかしアユムは、数字が四角形に置き換わらない先ほどの課題と同じくらいよくできた。結局アユムは、1から9までのすべての数字があらわれる9個の記憶課題でも、数字の位置を正確に覚えていることがわかった。

現在、アユム(8歳)と同じ時期に始めたクロエ(27歳)、パン(24歳)とその子どもたちクレオ(7歳)、パル(7歳)も、それぞれがアユムと同じ記憶課題に取り組んでいる。

3. 新しい発見と試み

今まではアイ(31歳)だけができた系列課題や記憶課題を、アユムをはじめ他のチンパンジーたちも学習できる、ということがわかってきた。ここまでは予測したとおりだった。しかしここで、われわれは、記憶課題において子どもとおとなに明らかな成績の差があることに気がついた。前述のアユムだけでなく、他の子どもたちも、6数字や7数字のむずかしい記憶課題を行っている。一方でおとなのチンパンジーは、子どもたちと同程度の学習時間をかけているにもかかわらず、4数字の課題でつまづいている。長年この課題を行ってきた経験者のアイですら、5数字はできても6数字の記憶課題はほとんどできないのだ。これまで、アイの成績以上に他のチンパンジーがこの記憶課題をこなすことができるとは考えてもみなかった。しかも、子どもたちのパフォーマンスには目を見張るものがある。

そこで、チンパンジーの子ども3個体とヒト(学生、計21名)のパフォーマンスを比較してみた。記憶課題における成績と回答するスピードの関係を見ると、1個体(アユム)は、9数字の課題のときでも、成績・回答スピードともに学生より優れたパフォーマンスをみせた。6数字の課題では、学生の成績はアユム、クレオと同程度でパルより高かったが、回答スピードは非常に遅かった。そこで、画面に数字があらわれている呈示時間をチンパンジーの子どもが見ている時間と同程度に制限した。すると、学生の成績はチンパンジーの子どもよりはるかに下がった。

また、数字が画面にあらわれる時間を3種類(0.65秒、0.43秒、0.21秒)に制限した「時間制限課題」(5数字)を行った。0.65秒はチンパンジーの平均回答速度、0.21秒は眼球運動の生起を抑制する(すなわち数字をひとつひとつ目で追うことができない)短時間呈示条件である。時間制限課題では、呈示時間が短くなると、学生の成績は極端に落ちた。それに対し、チンパンジーの子どもではほぼ一定であった。



図3 あらわれる数が多くても数字が飛んでいても、正確にかつすばやく位置を記憶することができる(アユム5歳半)。

以上から、数字の記憶課題において、一般に、チンパンジーの子どもはチンパンジーやヒトのおとなより優れた記憶容量をもつことが示唆された。また、眼球運動の生起を抑制する条件(0.21秒)の結果から、チンパンジーの子どもの場合、数字をひとつずつ見るのではなく、画面全体を直観像のようにして捉える方略をとっていることが示唆された。

ところで、この研究のおもしろさは、実は、数字を用いた「だれでもできる」という手続きにある。特別な訓練をすることなく、老若男女だれでも検査できる。アラビア数字は世界共通の記号であり、普遍的な性質をもっている。そういったものをチンパンジーが学習したことで、ヒトとの比較がより柔軟にできるようになった。そして、記憶できる容量や記憶するのに要する時間やその保持時間といった、汎用的な記憶の研究にもつながっていく。

数字は、名義尺度、順序尺度、間隔尺度、比率尺度といった普遍的なルールにしたがい構成されている。現在は数字の順序だけしか知らないチンパンジーも、この数字のもつ特殊性を応用した課題を導入することで、いつか数字の意味を知る日がくるだろう。これからも彼らとの研究の日々は続く。

◆ 実験のようすを映像で見ることができます。

http://www.pri.kyoto-u.ac.jp/ai/video/video_library/project/projectj.html

参考文献

- ・Inoue S, Matsuzawa T (2007) Working memory of numerals in chimpanzees. *Curr Biol* 17: R1004-R1005
- ・Kawai N, Matsuzawa T (2000) Numeric memory span in a chimpanzee. *Nature* 403: 39-40
- ・Matsuzawa T (1985) Use of numbers by a chimpanzee. *Nature* 315: 57-59