

動物の心を探る

——見えないものの認識を通して——

藤田和生

一 はじめに——なぜ見えないものの認識を問題にするのか

「動物には心があるのですか？」

よく耳にする質問である。この問いの前提は、ヒトには心があるということであるが、それに含まれる心の定義によって、この問いに対する答えは変わる。ヒトの心だけを心と定義するなら、答えは明らかにノーである。しかし一般にヒトは、自身の心に似た働きを持つものについては心という言葉而当てはめることにあまり抵抗がないらしく、類人猿やサルに心を認めることにはあまり違和感がないように思われる。しかし、オウムなどの一部の「賢い」とされているものを除くと、トリやトカゲやカエルに心を認めることには抵抗があるようである。

こういった感覚は人間中心主義以外の何ものでもない。そもそも「動物」という言葉の中にヒトを含めないのが奇妙だ。形態的にも行動的にも動物界では珍しい特徴を数多く持つてはいるが、ヒトは明らかに動物の一種であって、それに含まれる諸属性はすべて進化の産物である。しかし、いちいちヒト以外の動物と書くのは紙数の無駄なので、以下、ヒト以外の動物を指して動物という言葉を使うことにする。

「ヒトを含めた種々の動物の認知機能を分析し比較することにより、認知機能の系統発生を明らかにしようとする行

「動物は心は種の一属性である」と考える。したがって、種の形態や行動が多様な適応放散を遂げたのと同様、心も多様に進化したと考える。そのため、比較認知科学においては「動物に心があるのか？」という問いは立てない。問いは「動物はいかなる心を持つのか？」である。

とはいえ、この問いを発するに当たっても、やはり心を暫定的に定義することは必要であろう。とりあえず、ここでは「生体の外部から直接観察不可能な認知的情報処理」と定義しておきたい。

さて、このような内的な情報処理過程の特性を探るにはどのような方法を採用すればよいだろうか。例えば与えられた視覚刺激が何かを同定する場合を考えよう。与えられた情報量が多ければ、同定は容易であり、一つの出力——例えば「イヌだ」という言語反応——が比較的安定して現れるだろう。しかし、刺激がぼやけている、半分見えない、あいまいである等の理由で情報量が少ない場合には、内的情報処理過程の特性を強く反映した出力が得られると考えられる。ロールシャッハテストやTATテストなどの投影法検査は、わざと刺激をあいまいにして、被験者の内的葛藤や欲求などを引き出そうとする。

同様の手法は、より基礎的な認知過程の探究にも用いることができると思われる。本論文では、視覚的に明示されない事象を動物がいかに認識するのかを調べる実験を通して、彼らの環境認識や社会的認識の特性を探っていく。

二 知覚的補間

知覚的補間とは、他の物体に隠蔽された物体の一部分を補う作業である。これには輪郭線の形状などの基本的な図形的特徴に基づいて隠された部分を補う bottom-up 的な補間と、知識や記憶に基づいてそれをおこなう top-down 的な補間が考えられる。図1の左半分は前者の例である。読者は左上部の図形を、円盤の上に三角形が載っていると解釈さ

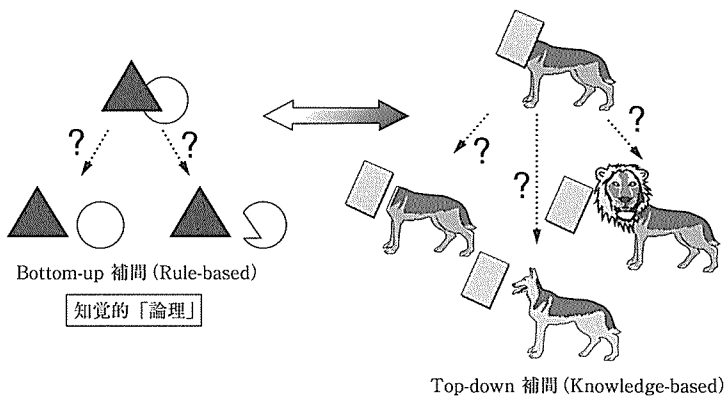


図1 2つのタイプの知覚的補間

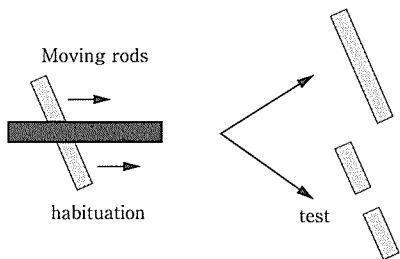


図2 乳児の物体の一体性知覚を調べる実験を模式的に描いたもの
(左の刺激を何度も見せ、凝視時間が低下した後に、右側の刺激を提示する。)
(4ヶ月児は2本の棒を見せられると驚いて長く凝視する。)

れたことだろう。いうまでもなく、この図形をバックマン図形に三角形が接していると解釈しても間違いではない。しかしわれわれはほとんど自動的に「隠された」部分を何らかの知覚的規則に従って補間するのである。これはヒトが持つ一種の知覚的「論理」と言ってもよい。右半分は後者の例である。読者は顔の隠されたジャーマンシェパードだと解釈されたことだろう。首なしシェパードも、ライオン頭シェパードも、可能性としてはありうる解であるのに、そのような解はわれわれの知識の中に組み込まれていないので採用されない。もちろん実際にはこれらの中間的なタイプのものも多いだろう。本論文で問題にするのはbottom-up的な補間である。

ヒトにおいては、bottom-up的な補間は極めて基本的な図形認識過程であり、

乳児にも認められる。二本の棒を直線を構成するように保ち、中央部分を帯で覆って、その背後で棒を左右に動かす(図2)。乳児に繰り返しこれを見せた後、帯を取り去って二本の棒だけを見せる。すると四ヶ月齢の乳児は、驚いたように見つめ直す。帯を取り去って一本のつながった棒を見せた場合には驚かない。これは、帯の背後で一緒に動く二本の棒を、つながった一本の棒だと乳児が解釈していたことを示唆している。このような認識は「物体の一体性知覚 perception of object unity」と呼ばれている(Kelman & Spelke, 1983 他)。

二一 動物は補間をするか——チンパンジーとハト

手始めに、動物が物体の一体性を知覚するかどうかを実験的に検証した。対象はチンパンジー一頭とハト三羽である(Fujita, 2001b; Sato, Kanazawa, & Fujita, 1997; Ushitani, Fujita, & Yamanaka, 2001)。

コンピュータ画面に一本の棒状図形と、その中央部分が切れた二本の棒状図形を見本として提示する。図形は左から右に等速度で運動した。動物がこれに触れると画面下部に一本の棒状図形と二本の棒状図形が比較刺激として提示される。動物は見本と同じ比較刺激を選択してそれに触れば報酬を手に入れることができる。このような課題は見本あわせと呼ばれている。なおこの課題の間、見本を隠さない位置に、水平の帯を提示しておいた(図3参照)。

上記の見本あわせ訓練後、図4上段に示すテスト刺激を見本として提示するテスト試行を訓練試行に混ぜて提示した。テスト刺激では帯が見本図形の中央部を覆う位置に提示される。左端のテスト刺激では帯から上下にはみ出した部分はそのちって等速で水平に運動した(Synchronized条件)。中央の刺激では、上の部分はSynchronized条件と同じ運動をするが、下の部分は中央部で静止していた(Fixed条件)。右の刺激では、下の部分が逆方向に運動した(Opposite条件)。チンパンジーの場合には図4下段の刺激も提示した。左の刺激では上下の棒が同期して往復首振り運動をした(Synchronized Rotation条件)。右の刺激では逆方向に往復首振り運動をした(Opposite Rotation条件)。比較刺激は

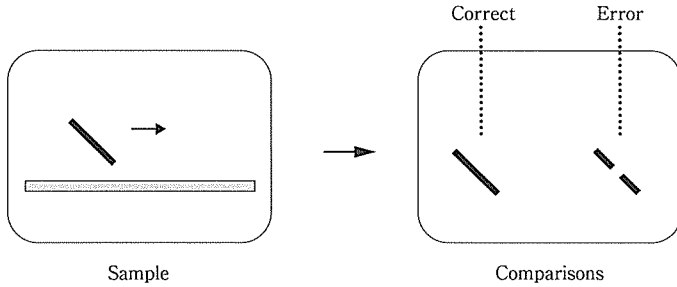


図3 見本あわせ課題を模式的に描いたもの
(見本(左)と同じ比較刺激(右)を選択すれば報酬が得られる.)

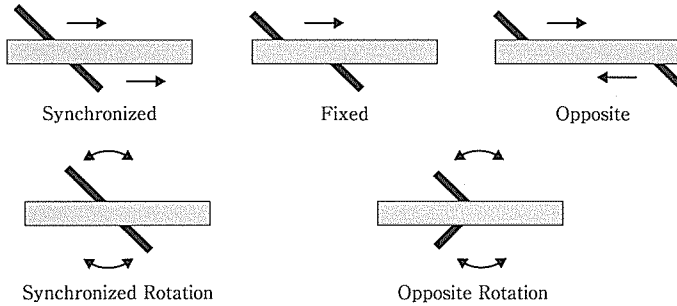


図4 チンパンジーとハトの物体の一体性知覚を調べるために提示されたテスト刺激
(いずれも見本刺激として提示される.)

訓練試行と同じである。これらの見本刺激に対して動物がいずれの比較刺激を選択するかを調べた。なお動物はいずれを選択しても報酬を手に入れることができた。

図5にチンパンジーのテスト結果を示す。縦軸は一本の棒を選択した割合、横軸には見本刺激を並べた。チンパンジーは Synchronized 条件及び Synchronized Rotation 条件だけで一本の棒を高い割合で選択し、その他の条件ではほとんど二本を選択した。すなわち、チンパンジーは明らかに物体の一体性を知覚し、それは物体の運動が一本の剛体を示唆する場合に限られていた。このような認識は成人のそれとよく似ている。

一方図6はハトのテスト結果である。三羽のハトの一本選択率は、いずれも五〇パーセントよりも低い。この結果はチンパンジーのそれとは好対照である。

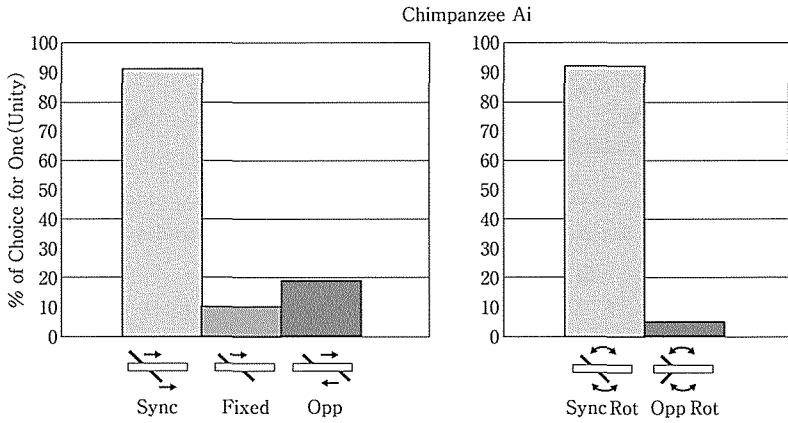


図5 チンパンジーのテスト結果
(横軸はテスト刺激の種類, 縦軸は1本の比較刺激を選択した割合.)

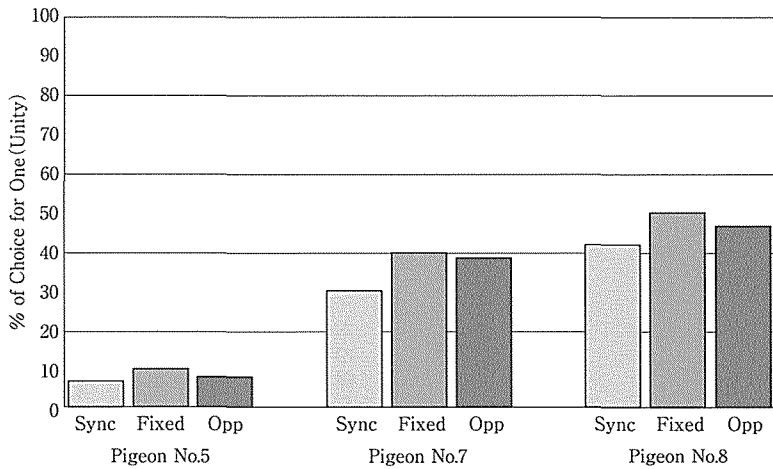


図6 ハトのテスト結果
(表示方法は図5に同じ.)

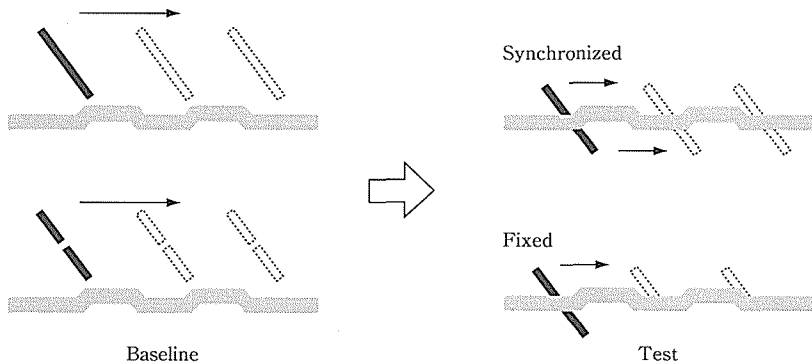


図7 帯の上下からはみ出た部分の大きさと形状を運動に伴って変化させる目的で提示されたジグザグの帯を持つテスト刺激(右)、左は訓練刺激

ハトは中央に帯をもつ刺激に対しては、その新奇性のために、それまで学習した見本あわせ行動ができなくなったのかもしれない。そこで、帯が見本となる棒状図形の背後に来るようにして、帯が中央に来ても同様の見本あわせができるように積極的に訓練した。この条件であれば一本か二本かはすぐ判断できる。

ところが、ハトはこの学習に多大の困難を見た。特に一本の棒に対して一本の棒を選ぶことができないのである。ハトは帯と棒状図形の交点で棒を切り分けているかのようにであった。数十セッションの後、訓練をあきらめて最初の実験と同様のテストをおこなったが、やはり中央を帯で隠された棒状図形を二本と答える傾向は変わらなかった。

これまでの実験では帯は水平に配置されている。帯の上下からはみ出した棒状図形の大きさや形状は図形が運動しても変わらない。つまりこの刺激全体を、帯の上下の部分と帯の三つに分節して知覚したとしてもある意味では不思議ではない。そこで、帯を斜めに配置し、棒の移動に伴って上下の部分の大きさと形状が変化するようにして、同様のテストをおこなった。しかし、それでもハトは中央部を帯で隠蔽すると二本と答えたのである。

ひょっとすると刺激の変化の大きさや速さが不十分だったかもしれないので、最後に帯を凹凸のある形状にして同様のテストをおこなった(図7)。一羽のハトは反応が乱れ完全に左右一方の刺激だけを選択するようになった

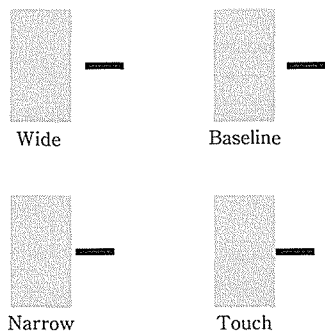


図9 図形の重なりによる錯視を分析するためのテスト刺激

(右上は訓練刺激である。横棒と長方形の間の間隙の大きさが操作されている。)

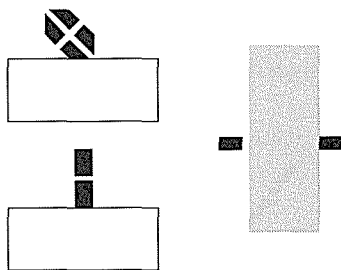


図8 Kanizsa (1979) の錯視 (左の2つ)

(長方形に接した小図形が過大視される。) (右側はより効果が明瞭と思われる図形。)

が、他方のハトは、やはり中央部を帯で隠蔽すると二本と答え続けたのである。

したがって、ハトが隠された部分を補間するという証拠は、まったく得られなかった。従来の研究でも、図1左に示したような静止図形をハトがヒトと同じように補間するという証拠は得られていない (Cerella, 1980; Sekuler, Lee, & Shettleworth, 1996)。ハトでは運動の共通する図形間でも補間が生じないのかもしれない。

二ーニ アカゲザルとハトの「隠蔽」関係の認識

従来の研究を含め、ハトの消極的な実験結果は二通りに解釈することができる。第一は、ハトは補間をするが、ヒトやチンパンジーのように、上下が一本の棒につながるような形態のものではなかったという可能性である。第二は、ハトはそもそも一方の図形が他方を隠蔽しているという関係が認識できなかった可能性である。これを切り分けるには、補間の形状を特定のものに限定しない場面におけるハトの反応を分析する必要がある。

Kanizsa (1979) によれば、大きな図形に接した小さな図形は、実物よりも過大視されるという (図8)。これは、ヒトは大きな図形が小さな図形を隠蔽していると認識し、自動的に「隠された」部分を補うからであると解釈されている。この錯視は補間の形状を特定して生じるものではない

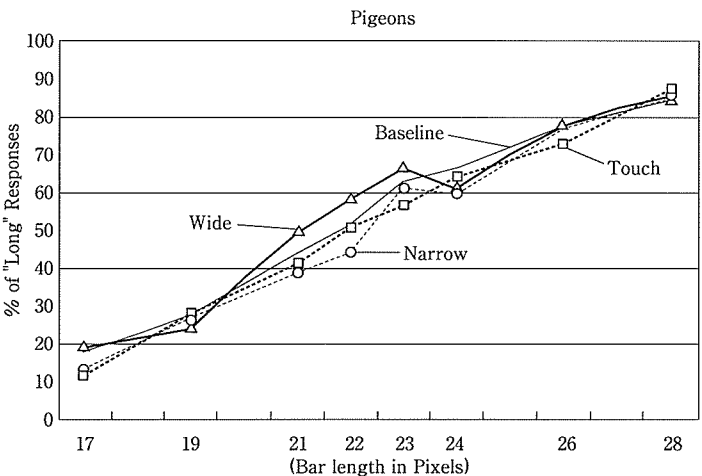
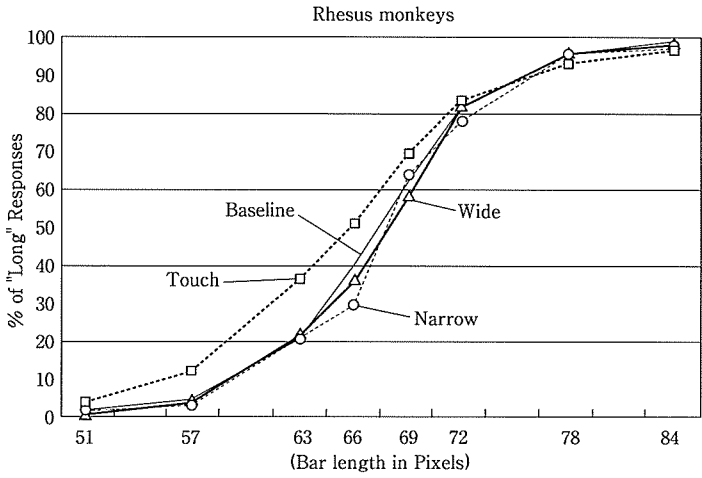


図10 アカゲザル（上）とハト（下）のテスト結果

（横軸は横棒（標的棒）の長さ，縦軸は「長い」という報告の割合である。アカゲザルではTouch条件で他の条件に比べてその報告の割合が高く，ヒト同様の錯視が見られるが，ハトでは見られない。

ので、上記の問題の切り分けに適当な図形といえよう。

アカゲザル二頭とハト三羽に、横棒の長さを、「長い」か「短い」かに分類する課題を訓練した。種々の長さの黒い横棒を画面中央に提示した。動物がそれに触れると画面下部に二つの反応キーが現れた。一方のキーは「長い」、他方のキーは「短い」に対応する。動物の課題は、横棒がある定められた長さよりも長ければ「長い」、短ければ「短い」のキーを選択することである。この訓練が完成した後、横棒の先端から一定距離離れた位置に縦長の灰色長方形を提示し(図9右上)、学習の維持を確認し、その後テストをおこなった。

テストでは、図9に示したような刺激を提示した。右上の刺激は訓練刺激である。左上の刺激では、長方形と横棒の間隙が訓練刺激より広く(Wide条件)、左下では狭く(Narrow条件)、右下では間隙は0である(Touch条件)。もし、動物がヒトと同様の錯視を知覚するのであれば、Touch条件では他の条件に比べて「長・短」の報告が少し「長い」方にずれるだろうと予想される。なお、テスト刺激に対しては、「長・短」いずれを選択しても、動物は報酬を手にすることができた。

図10に結果を示す。上はアカゲザル、下はハトである。横軸には横棒の長さ、縦軸には「長い」と答えた反応の割合を示す。アカゲザルの場合、Touch条件では他の条件よりも「長い」と答える割合が高くなった。すなわち、アカゲザルはヒトと同様に大きな図形に隣接した小さな図形を過大視した。しかしハトではそのような傾向は全く見られない。これらのことから、サルでは小さな図形が大きな図形に隠蔽されているという認識が生じるが、ハトは隠蔽関係を全く認識しないことが示唆される(Fujita, 2001a)。

二一三 フサオマキザルにおける隠蔽部分補間様式

霊長類は隠された部分を補間するが、ハトは補間しないことがわかった。では霊長類は隠された部分をヒトと同じ原

理を使って同じ形状に補間するのだろうか。

四ヶ月のヒト乳児が共通の運動を持つ二本の棒を一体と知覚することはすでに述べた。しかし、実はこのような物体の一体性知覚には少なくとも三つの段階があることが知られている。

第一段階は、四ヶ月齢の乳児に見られるもので、共通の運動が一体性を支配し、部分どうしの輪郭の連続性の良し悪しは問題にされない。そのため、上部が棒、下部が不規則な多角形、といった組み合わせであっても、共通の運動があれば、乳児は隠された部分でそれらがつながっていると知覚する (Edge-insensitive process: Kellman & Arterberry, 1998)。

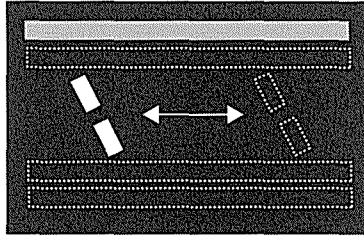
第二段階は、六ヶ月齢の乳児に見られるもので、上部と下部の輪郭がなめらかにつながる場合にのみ、一体性を知覚する。運動の共通性は不要であり、静止物体に対しても一体性を知覚する (Edge-sensitive process: Kellman & Arterberry, 1998)。しかし、この段階では隠された部分の形状は特定されていない。

第三段階は、八ヶ月齢以上の乳児に見られるもので、上部と下部の輪郭がなめらかな線で補間される。そのため、上下の物体を隔てる帯を除去した時に連結部分が凸型になっていると、乳児は驚く。第二段階の乳児ではつながってさえいれは驚かない (Orton, 1996)。

霊長類の補間様式は上記三段階のいずれに相当するのだろうか。フサオマキザル二頭を対象に以下のような実験をおこなった (藤田、二〇〇〇: Fujita, 2001c)。

図11上段に示す四図形の見本あわせを訓練した。サルがレバーを押すとこの四つのうちのいずれかが見本として画面に提示される。見本に触れると四種の図形すべてが見本の周囲一〇ヶ所のうち四ヶ所に比較刺激として提示される。見本は左右に等速で往復運動した。見本と同じ静止した比較刺激を選択すると報酬が与えられた。

この四種の図形は、それぞれ Non-unity、Straight、Irregular、Rectangle と名づけられた。いずれも上下部分は



Baseline training (moving figures)

図11 帯に隠された部分をフサオマキザルがどのような輪郭に補間するかを調べるための刺激
(訓練中は見本の上あるいは下の重ならない位置に、赤い帯が提示されていた。)

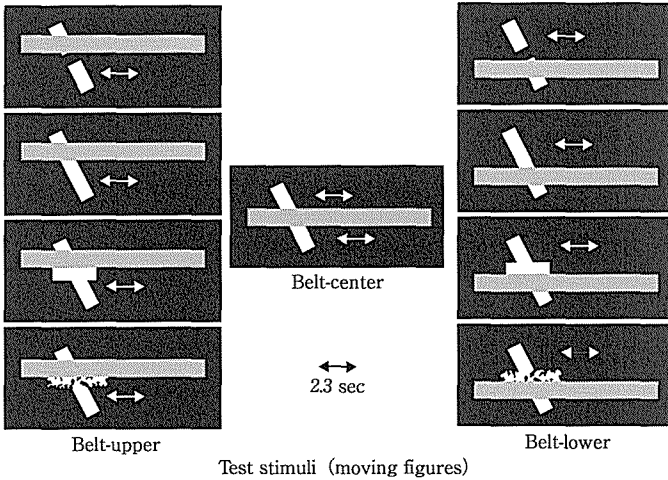


図12 3タイプのテスト刺激

(いずれも見本として提示される。中央が隠蔽されると図形の判別はできない。)

共通で、中央部だけが異なっている。後三者はすべて上下部分が連結しているが、Straight 図形以外は連結部分が不規則な形状を持つ。

訓練が完成した段階で、赤い帯を一本、見本刺激の上あるいは下の見本を隠さない位置に配置し、この条件で正しく見本あわせができることを確かめた後、図12に示すテスト刺激を見本として提示する試行を訓練試行に混ぜてテストした。テストではサルがどの比較刺激を選択しても報酬が与えられた。

テスト刺激には三つのタイプがあり、それぞれ belt-upper' belt-lower' belt-center 条件と呼ぶ。前二者では赤帯が見本図形の中央から少しずれた位置に配置されているので、図形の同定は可能である。しかし、belt-center 条件では中央部が隠蔽され、図形の同定は不可能である。belt-center 条件の見本刺激に対してサルがどの比較刺激を選択するかを分析することにより、サルが隠蔽部分をいかに補間したかがわかる。すなわち、もしサルが第二段階の補間をしているのであれば、Non-unity は選択しないが、Straight' Irregular' Rectangle の三者間の選択はでたためになるであろう。しかし、もしサルが第三段階の補間をしていけば、Straight の選択率が多くなるであろう。

テストの結果、belt-upper' belt-lower 両条件では、問題なくサルは刺激の同定をおこなった。belt-center 条件のテスト結果を図13左に示す。縦軸は横軸に示された刺激の選択率である。二頭のサルはいずれも圧倒的に Straight を多く選択した。

次に見本刺激の運動を除去し、静止刺激について同じ実験をおこなった。結果は、運動刺激と同様に Straight の選択が他を圧した(図13右)。

これらの結果から、フサオマキザルは共通の運動の有無とは無関係に、明らかに物体の一体性を認識し、隠蔽された部分を直線的に補間することが示された。すなわち、フサオマキザルの物体の一体性認識は、八ヶ月齢以上のヒト乳児と同様である。

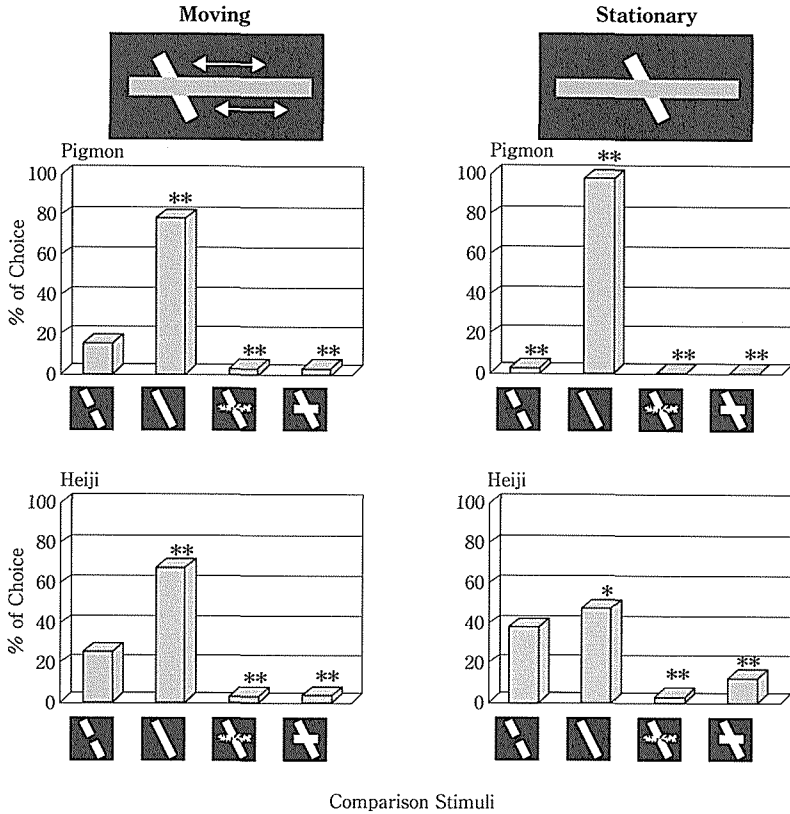


図13 中央が隠蔽されたテスト刺激に対するフサオマキザル
 個体別の各比較刺激（横軸）の選択率（縦軸）
 (* $p < 0.05$ (one-tailed), ** $p < 0.01$ (one-tailed))
 (上段はPigmon, 下段はHeiji. 左は見本が左右に往復運動した場合, 右は静止)
 (図形, いずれの場合にも, まっすぐな1本が高頻度で選択されている.)

次にフサオマキザルはいかなる図形的要因に基づいて補間をおこなうのかを分析した。ヒトでは二つの輪郭がなめらかで単純な曲線で結ばれること（接続可能性relatability）がとぎれた輪郭の補間をするための重要な条件である (Kellman & Shipley, 1991)。図14に示す二対の刺激を用いて実験をおこなった。一対は接続可能な二長方形で構成され、一方は切れ目があり (Relatable Non-unity) 他方はつながっていない (Relatable Unity)。もう一対は接続不可能な

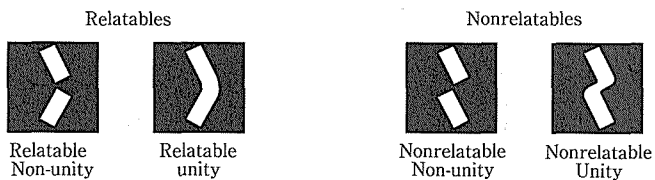


図14 接続可能性の効果を調べるための図形

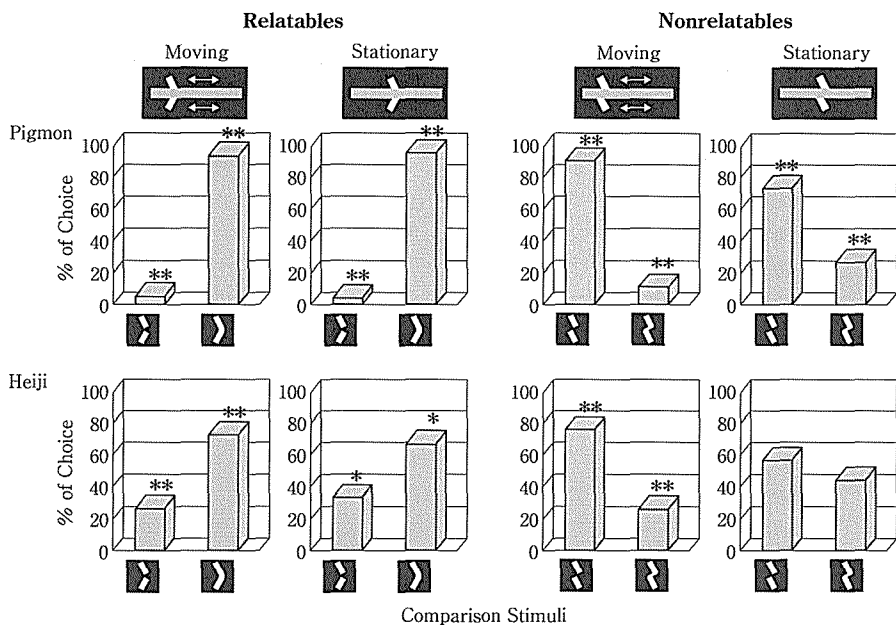


図15 接続可能性の効果を調べた実験のテスト結果
 (* $p < 0.05$ (two-tailed), ** $p < 0.01$ (two-tailed))

(左半分は接続可能な刺激, 右半分は接続困難な刺激, その他の表示方法は図13に同じ, 両個体とも, 接続可能な刺激に対しては1本, 接続困難な刺激に対しては2本の比較刺激をよく選択している.)

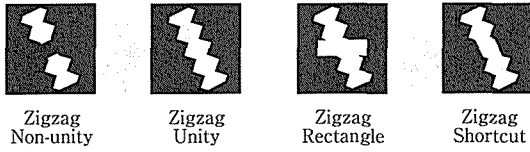


図16 輪郭の規則性の効果を調べるための図形

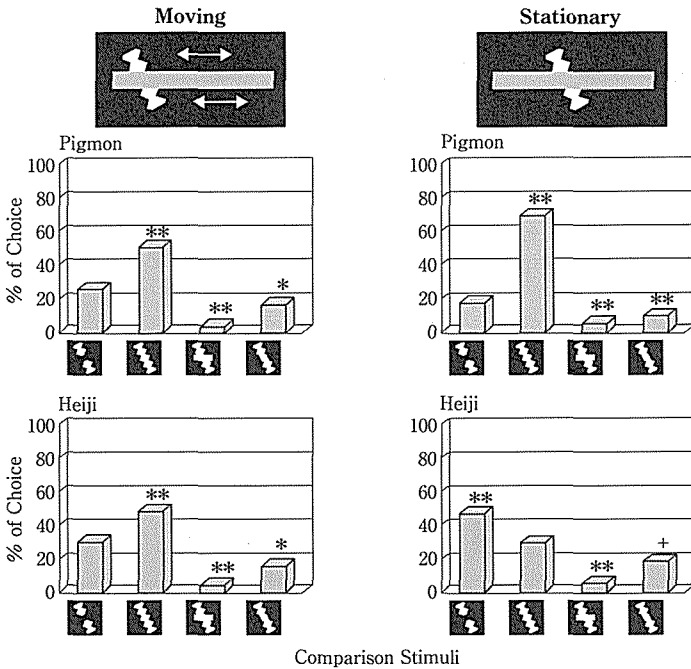


図17 輪郭の規則性の効果を調べた実験のテスト結果

(+ $p < 0.10$ (one-tailed), * $p < 0.05$ (one-tailed), ** $p < 0.01$ (one-tailed))

(表示方法は図13に同じ。Pigmonは運動，静止いずれの場合にも規則的な輪郭で補問をしたが，Heijiは静止刺激を2本と答えることが多く，個体差が見られた。)

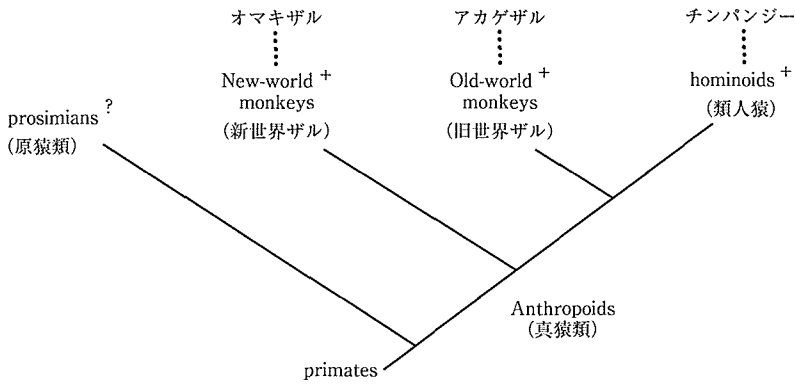


図18 霊長類の系統樹

(補間機能 (+で表示) は、少なくとも真猿類には共通に見られる.)

二長方形で構成されており、一方は切れており (Non-relatable Non-unity) 、他方は強引につないだもの (Non-relatable Unity) である。見本あわせ訓練はこれら二対の刺激を別個におこなった。つまり二選択肢の見本あわせ場面である。学習完成後、上の実験と同様のテストをおこなった。

図15に結果を示す。左半分は Relatable 刺激、右半分は Non-relatable 刺激である。それぞれ左側に刺激が往復運動をしていた時の結果、右側に静止刺激の結果を表示した。一見して明らかのように、いずれのサルも、運動、静止に関わらず、Relatable 刺激についてはつながった図形 (Relatable Unity) 、 Non-relatable 刺激については、切れた図形 (Non-relatable Non-unity) を選択する強い傾向を見せた。すなわち、フサオマキザルは、ヒトと同じように、接続可能性の高い輪郭を持った場合だけ、隠蔽された領域を連続した輪郭線で補間した。サルは良い連続の要因にしたがって補間したといえることができる。

ヒトは規則的な形状や良い形を持った図形の一部分が隠蔽されると、それを規則性あるいは良い形を保つように補間する。このような規則性あるいは良い形の要因は霊長類でも機能しているだろうか。

これを調べるため、図16に示す四図形 (Zigzag Non-unity, Zigzag Unity, Zigzag Rectangle, Zigzag Shortcut) を用いて、同様の分析をおこな

た。今度は四選択肢の見本あわせである。

結果を図17に示す。左は運動刺激、右は静止刺激である。運動刺激に関しては Zigzag Unity を選ぶ傾向が二個体とも見られた。静止刺激では、一頭の個体は同様の傾向を見せたが、他方の個体では、Zigzag Non-unity 刺激を選択する傾向が強くなった。

すなわち、フサオマキザルは、二図形に共通の運動がある場合には良い形あるいは規則性の要因にしたがって補間するが、共通の運動がない場合には個体差が見られ、一方の個体では補間が見られなかった。したがってフサオマキザルの場合には、運動の共通性と良い形・規則性の要因の作用に、交互作用があることがわかった。

ここまでの分析で明らかにされたことは、チンパンジー、アカゲザル、フサオマキザルには、ヒトと共通な多くの知覚的「論理」が見られるということである。したがって、補間に関わる知覚的「論理」の起源は、少なくともこれら（真猿類）の共通祖先まで遡ることができるのではないかと思われる（図18参照）。

二一四 ハトにおける運動の予測

霊長類とハトには、明示的に提示されない対象物の認識に大きな差があるように思われる。しかし、Newirthら (Newirth, 1992; Newirth & Rilling, 1987) は、回転する時計の針のような刺激であれば、その動きが一時隠蔽されても、心的イメージの中でハトはそれを動かし続けることができる可能性を示唆している。残念ながら彼らの課題は複雑で、ハトが何らかの他の手がかりを使っていた可能性を完全には排除できない。そこで、ハトが遮蔽物の背後を運動する物体の軌道を予測できるかどうかを、簡単な課題で調べた (Fujita & Fujita, 2001)。

図19上段に示されたように、画面中央に灰色の半円形の図形があり、半円の上端中央部に黒い標的が提示された。ハトが標的をつつくと標的は右下、下、左下の三方向のいずれかに向けて動き出した。ハトの課題は、標的が半円図形か

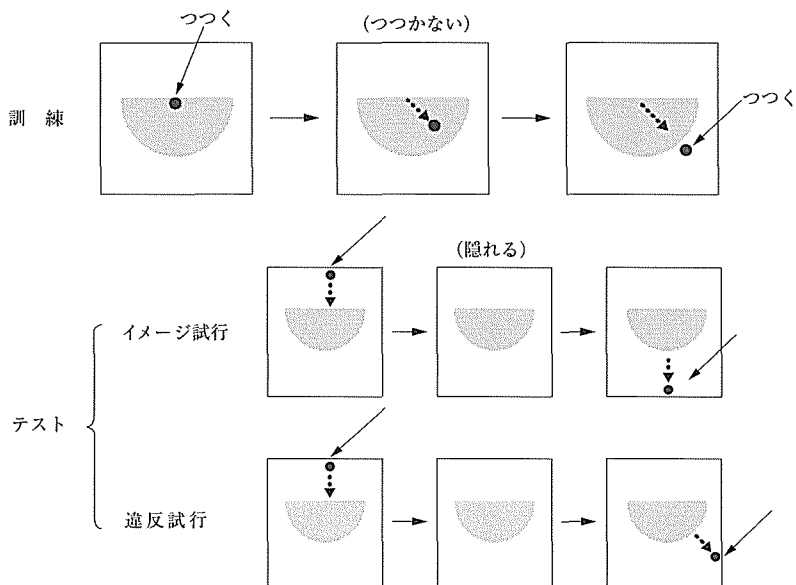


図19 ハトの運動物体の出現予測課題

(ハトは半円図形から標的が出てきたらすぐに標的をつつかなければならない。上段は訓練、中段と下段はテスト試行。テスト試行では標的が半円図形の背後に「隠れて」再出現する。中段のイメージ試行では、半円図形に入る以前の運動から予測される位置から再出現するが、下段の違反試行では、予測されない位置から再出現する。)

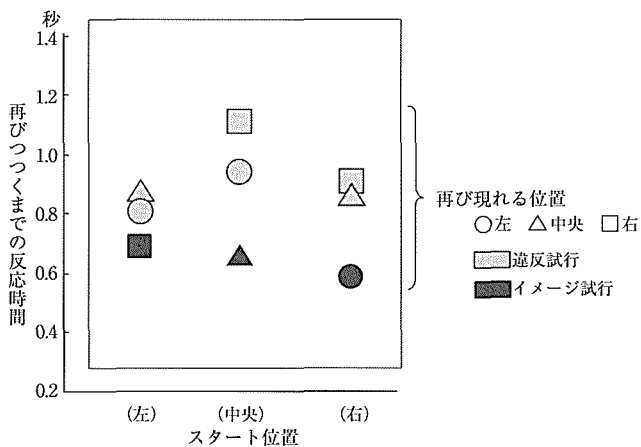


図20 イメージ試行と違反試行におけるハトの反応時間

(違反試行ではイメージ試行よりも一貫して長くなっている。)

ら出てきたら、できるだけ素早く標的をつつくことである。標的が半円内にあるときにつつくと、タイムアウトが与えられた。

訓練後、図19下段に示されたような運動刺激でテストした。テストでは標的が当初半円図形の左上、真上、右上に提示され、ハトがそれをつつくと半円の上端中央部に向けて動き始めた。半円に到達すると、標的は半円の背後に「隠れ」、その後、半円の右下、真下、左下のいずれから出現した。このとき、標的が半円に隠れるまでの運動方向を維持する場合（イメージ試行）と、隠れたあと向きを変えて予想されない方向から再出現する場合（違反試行）の二タイプの刺激があった。もしハトが半円の背後に「隠れた」標的の運動を心的イメージとして維持していたのであれば、イメージ試行においては違反試行よりも標的再出現後それをつつくまでの反応時間が短くなるだろう。結果はまさにそのようになった（図20）。

このことから、ハトは明示的に提示されない事象は一切認識できないわけではないことが示唆される。これは時間に伴う不可視の変化の動的補間であるということができる。今後、ハトが非顕示事象を認識するためにはどのような条件を満たすことが必要なのかを検討し、かれらの環境認知の特性を明らかにしていく必要がある。

二一五 霊長類とハトの違いは何に起因するのか

運動予測課題ではハトにも非顕示事象が認識できる可能性が示されたものの、なおかつ霊長類とハトの間には大きな種差があるように思われる。ハトは静止図形の隠蔽関係を認識せず、かつ同時に存在する複数の図形の統合が困難であった。ハトはなぜ隠されたものを補間して認識しないのだろうか。

第一の可能性として考えられるのは、ハードウェア的な制約である。最近、ニホンザル大脳新皮質の第一次視覚野（V1）に、物体の一体性知覚に関連する神経細胞があることが報告されている（Sugita, 1999）。鳥類には新皮質はな

いので、そのことが原因となっているかもしれない。しかし、同じく鳥類であるニワトリのヒヨコでは、刷り込み（インプリンティング）を利用した実験で、物体の一体性知覚が示唆されている（Lee, Slater, & Ryan, 1966; Regolin & Vallortigara, 1995）。一部を隠蔽した物体（あるいは図形）に刷り込むと、ヒヨコは、同じ部分を抹消した刺激よりも、そこを補間した刺激の方によく追従するのである。したがって、新皮質の欠落が原因であるとは考えられない。

第二に、ハトは平面図形から三次元を知覚することが困難である可能性が考えられる。実際、針金で作った立方体を二次元に投影した図と、投影された図上の線分を少しゆがめて三次元に見えない図のように、三次元構造が復元できれば簡単に分類できるような図形を、ハトはうまく分類できないという報告がある（Cerella, 1990）。一方、ヒトの場合には、三次元構造の復元は、乳児でもおこなえることが示されている（Granrud & Yonas, 1984; Yonas & Arterberry, 1994）。さらに、先述のニワトリは、二次元から三次元的情報を抽出できるという報告もある（Forkman, 1998）。したがって、この可能性は十分考えられる。

第三の可能性は、補間機能には領域特異性があるかもしれない点である。これまでハトで報告された否定的な結果は、本研究を含めて、すべて食物報酬による学習場面である。すなわち、ハトは採食文脈においてテストされてきた。一方、先述のヒヨコは刷り込みという社会的な愛着対象の形成場面で調べられている。食物以外の報酬や異なった場面を用いて、ハトの行動を再度分析する必要があると思われる。

第四に、ハトはそもそも隠れた物体を認識する能力が発達していない可能性である。他の物体に隠蔽されても、当該の物体は存在し続けるという認識は物体の永続性（object permanence）と呼ばれており、近年ヒト乳児では三ヶ月齢程度でも単純な形態のこの認識を持つことが示されている（Baillargeon, 1983）。しかし、食物を積載したカートがトンネルに入って見えなくなると、キュウカンチョウでは追跡を継続してトンネルの出口まで移動するが、ハトはすぐに追跡をやめてしまうことが示されている（Ploewright, Reid, & Kilian, 1998）。またオウムやインコの仲間では、霊長類

と同程度に物体の永続性を認識することが示されている (Funk, 1996; Pepperberg & Funk, 1990)。

ハトと霊長類やニワトリに見られる種差は、その種の生活様式との関連で理解されなければならないかもしれない。ハトの生活様式の特徴として、少なくとも以下の二点は重要な意味を持っていると思われる。第一に、日常的に空を飛ぶことである。このことは、脳容量を小さくとどめておく方向への選択圧を提示する一方、より高速な情報処理を要求するであろう。補間をおこなうには計算処理が必要であり、そのためにはある程度の脳容量が要求されるであろう。このような矛盾した選択圧への解決策として、ハトは積極的に補間をしないよう進化した可能性がある。ニワトリはそれに比べると地上性が強く、高速な情報処理を必要としない。

第二に、ハトはかなり純粹な穀物食である。捕食者は物体の陰に隠れた獲物を認識する必要があるが、落ちた穀物を拾って食べるにはそのような認識は不可欠なものではない。ニワトリは雑食性が強く、地面に隠れた虫を掘り出して食べる。キュウカンチョウも肉食性が強い。大型のオウムやインコの類は、堅い木の実を割って中の核を取り出して食べる。これらの行動には見えないものの認識が重要な意味を持っている。

このように、ハトが補間をしないことは、ハトにとっての適応戦略である可能性がある。同様の指摘はヒトの認識にも当てはまるかもしれない。ヒトは自身の環境認識様式が唯一絶対のものと考えがちであるが、実際には動物界にある多様な環境認識様式中の特殊な一様式に過ぎないかもしれないのである。

三 霊長類における心の認識

直接的に感覚器官で感じ取れない事物の認識の中で、おそらく最も高度なものは他者の心の状態を認識することだろう。われわれヒトは、他者が自身とは異なる知識や信念、意図や願望を持った存在であることを認識しており、それに基づいて他者の行動を予測し、自身の行動を選択する。

このような高度な社会的認識がいかに進化してきたのかは、それ自体きわめて興味深い問題である。しかし近年、より広い観点から、このような他者の心の認識は、ヒトの知性全体を進化させた原動力であったのではないかという議論がなされている。

ヒトは際だった物理的知性を持っている。単なる物体の数を超えた抽象的な数認識を持ち、演算をし、論理的な推理をおこなう。第三物体間の相互関係を認識し、事象間の因果関係を認識し、インターネットや宇宙開発に代表されるような複雑な道具使用をおこなう。しかしこのような高度な知性を進化させた原動力は何かとあらためて問われると答えに窮する。数百万年前にチンパンジーと分かれて独自の進化の道を歩み始めてから、ほとんどの時間ヒトは狩猟採集をして生活していた。狩猟採集をするためにインターネットや宇宙開発を可能にするだけの知性が果たして必要だろうか。ヒトが「文明」を築いたのはたかだか数千年前のことである。機械文明に限れば産業革命後のわずか二〇〇年に過ぎない。このような短期間に脳が急速に変化することはあり得ないから、「文明」以前のヒトにも現代人とほぼ同じ知性のポテンシャルがあったと考えるしかない。ではなぜヒトはかくも高度な知性を持つに至ったのか。そのカギは社会的適応にあると考えるのが、社会的知性仮説 (Byrne & Whiten, 1988; Humphrey, 1976; Whiten & Byrne, 1997) と呼ばれる考え方である。

社会的知性仮説では、物理的事象に関わる因果関係と、社会的事象に関わる因果関係の性質の違いを問題にする。物理的事象では因果関係が単純である。ボールをけとばせばボールは蹴った方向に飛んでいく。しかしヒトをけとばせば相手は殴り返してくるかもしれない。単純な物理法則に従わないのが社会的対象の特徴である。相手との関係や現在の相手の心的状態を考慮に入れなければ、ヒトの行動は予測できない。第三者がいれば、その個体と相手の関係及びその個体と自身との関係を考慮しなければならない。第四者がいれば問題はさらに複雑になる。より多くの個体が一つの場面に関与している状況は、社会的生活を送る動物にとっては珍しいことではない。社会的場面から提示される問題は、

物理的問題に比べて著しく複雑なのである。このような複雑な情報を的確に処理することのできる個体は、社会的生活を送る上で極めて有利だったろう。その的確な処理のためには、他者の心的状態を読み取る能力が役に立ったであろう。そのため知性はこのように社会的場面から強い選択圧を受けたのだとする。とりわけ強い選択圧は、食物や異性をめぐる社会的な競合場面で作用する。このような場面で他個体を欺いたり出し抜いたりすることができれば、個体は利益を受ける。そのため、社会的知性仮説はマキャベリの知性仮説とも呼ばれる。いわば知性の根元は権謀術数にある。われわれはそういった進化の成果を物理的問題に応用している、というのである。

この考え方に従えば、社会的知性の発生過程を調べることは、とりもなおさず知性の発生過程を調べる作業に他ならない。本論では霊長類が示す意図的な欺き行動と見られるいくつかの事例を取り上げ、それらの行動がいかなる性質を持つものであるかを、観察や実験を手がかりに分析する。

三ー一 欺き行動のエピソード

Byrne と Whiten は、インターネットを通じて世界中の霊長類研究者に、過去に観察した欺き行動と思われるエピソードを送るように依頼した (Byrne & Whiten, 1990)。世界中から二〇〇を超えるエピソードが寄せられた。そもそも欺き行動はその性質上頻繁には起こり得ない。ときおりだますからこそ効果があるわけである。通常、研究者はこのような少数のエピソードの観察を公表するのをためらうので、その多くは、放置すれば科学の名の下に埋もれてしまうものであったに違いない。しかし寄せられたエピソードの中には、欺きとしか思えないようなものが数多く含まれていた。以下にいくつかの事例を紹介したい。

(例一) 青年期のチャクマヒヒ (*Papio ursinus*) のオス、メルトンが赤ん坊と遊んでいた。遊びが激しくなりすぎて、赤ん坊が悲鳴を上げた。近くにいたおとなたち (おそらく赤ん坊の母親もいたと思われる) が一斉に走り寄

つてきて、メルトンを追いかけた。メルトンは逃げる代わりに急に後足で立ち上がり、遠くを見つめるような仕草をした。これはチャクマヒヒが遠くに危険を見つけたときにとる行動である。すると追っ手も同じ方角を見つめ、追跡はそこで終わった。観察者は注意深くあたりを見回したが、何も危険なものは発見できなかった (Byrne, 1995)。

(例2) バーンはチャクマヒヒ (P. m.) の群れを観察していた。気温の低い乾期には球茎が大切な栄養源である。しかし乾いた堅い地面から球茎を掘り出すのは容易ではない。

メルというおとなのメスが球茎を掘っていた。もうすぐ掘り出し終えるようになって、ポールという子どもが通りかかった。ポールはあたかも誰もいないかを確認するかのようにあたりを見回してから大声で悲鳴を上げた。するとポールの母親がやってきた。母親はメルより高順位である。母親はメルに対して攻撃的なり声を上げ、メルを追い払った。母親とメルがいなくなったとき、ポールは球茎を拾って食べ始めた。別にポールは傷つけられたのでも脅かされたのでもない。しかし駆け寄ってきた母親はそう思ったに違いないとバーンは書いている。この集団では、通常の場合、子供同士の食物争いに母親が出てくることはないからである。同様の事例は他にも三度観察されているという (Byrne, 1995)。

チンパンジーの場合にはさらに高度な駆け引きと思われる事例が観察されている。

(例3) Plooi はタンザニアのゴンベ国立公園でチンパンジーの観察をしていた。餌場に箱が置かれていた。箱は決められたチンパンジーが通りかかったときだけ、遠隔操作で開けられるようになっていた。一頭のオスがやってきた。クリック音がして錠が開けられた。と、そこに順位の高い別のオスがやってきた。もとのオスは無関心を装って箱をあけない。二頭めのオスはそのまま通り過ぎたが、最初のオスから見えないところまでやってくるや、

木の陰に姿を隠し、最初のオスを監視し始めた。こうして、一頭めのオスが箱をあけた瞬間、中の餌は二頭めのオスのものになったのである。二頭めのオスは、餌がないふりをしようとした最初のオスの意図を見抜いて、何も気づかないふりをしたように思われる (Byrne, 1995)。

これに類する事例は他にも数多く見られるようである (Byrne, 1995)。もちろんこれらはエピソードであって、実際これらの動物たちが他者を意図的に欺こうとしたのかどうかはわからない。観察者の過剰解釈によるものもあるだろうし、動物たちは単に過去の類似の経験から適切な行動を学んだだけかもしれない。もう少し体系的に観察事実を集めることができれば、こういった行動の性質をより深く理解できるであろう。実は欺き行動は実験的にも調べられている。次節以降、そういった試みをいくつか紹介する。

三―二 欺き行動の実験的観察

Manzel (1974) は、チンパンジー小集団内における空間知識の伝達過程を分析していた。その実験の一つとして、ベルという一頭のチンパンジーにだけ放飼場のある場所に食物を隠すところを見せた後、ベルをいったん放飼場に隣接した集団ケージに戻し、数頭の集団を一齐に放飼場に出した。最初のうちベルは全員を引き連れて隠し場所に向かい、チンパンジーは食物を分け合って食べていたが、ロックという優位個体が、食物を独占するようになった。すると、ベルはロックがそばにいと食物を取り出さなくなった。ロックが去るまで彼女は食物の上に座っていた。しかしロックはすぐこれを見抜き、ほんの二―三秒以上ベルが同じ場所に座っているとやってきてベルを押しつけ、座っていた場所を探し、食物を見つけた。ベルは食物のありかまで行かなくなった。ロックはベルが座った場所から少しずつ離れた場所を探索するようになった。ベルはほとんど離れた場所に座るようになり、ロックが反対側を向くまで食物の方に移動しなくなった。ロックはベルが動き出すまであらゆる方向を向いているようになった。時に

はロックはうろうろと動きだし、ベルがまさに食物を見つける直前にとって返すこともあった。ロックはしばしばベルから三〇フィートも離れた場所にある食物でも見つけ出した。彼は何度もベルの方をうかがい、ベルが少しでもある方向に歩き出すと、探す場所を変えたのだった。ロックが食物の近くまで来るとベルは神経質な動きが多くなり、いつもゲームを投げ出すことになるのだった。

しかし、ほんの二―三回だが、ベルはグループを食物と反対側に連れて行くことがあった。そしてロックが食物を探しているスキに、とって返していくらかの食物を手に入れたこともあった。たぐさんの食物から一〇フィートほど離れた場所に一個だけ食物を隠した試行では、ベルはロックを一個だけの食物の場所に連れて行き、ロックがそれを食べている間に大量の食物の方に走っていった。ロックが一個の食物を無視してベルを監視するようになる、と、とうとうベルはかんしゃくを起こしたのである。(Menzel, 1974, cited in Byrne, 1995) (藤田訳)

この事例では、二頭のチンパンジーが、互いの意図を認識しあい、裏をかこうとして行動を調整している様子がうかがえる。しかしその行動の調整が、どれほど周到に計画されたものなのかを論じることはなおかつ難しい。一つの方策が失敗に終われば、個体は他の行動をとる。これが試行錯誤でないという保証はない。

Coussi-Korbhel (1994) は、シロエリマンガベイというサルを対象に、ほぼ同じ実験的観察をおこなったところ、チンパンジーと同様の行動のやり取りが見られたという。

こういって行動の調整過程をもう少し詳細に検討するためには、実験室場面において、動物の行動変化の過程と、欺きと思われる行動の応用可能性を分析することが必要であろう。

三―三 欺き行動の訓練

Prenack & Woodruff (1978) は、次のような手続きでチンパンジーを訓練した。チンパンジーをケージに入れる。



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

図21 リスザルに欺き行動を教える課題

(これは意地悪なトレーナーの現れる試行。(a)実験者はサルの見ている前で2つの箱の一方に食物を隠す。トレーナーは背中を向けて座る。(b)サルに食物の入っている場所を繰り返し示す。(c)トレーナーがやってきて、手を中央に置いてサルの指示反応を待つ。(d)トレーナーはサルの指示した箱を開ける。(e)食物が入っていると、それを食べる演技をする。食物がなかった場合には、悔しそうに引き下がる。)

ケージの外側に二つの箱を置く。チンパンジーの見ていない前で実験者は一方の箱に食物を隠す。箱はチンパンジーから届かない場所に置かれている。ここで、協力的なトレーナーが入ってくる。チンパンジーがそのトレーナーに対して報酬の入っている方の箱を手足で指し示せば、トレーナーは箱を開け、食物が入っていればチンパンジーに与えた。

こうして協力的なトレーナーに対しては確実に食物の入った箱を指すことができるようになった段階で、意地悪なトレーナーを登場させた。このトレーナーは、協力的なトレーナーと同様にチンパンジーが一方の箱を示すとその箱を開けるが、中に食物が入っていると自分で食べてしまうのである。

こうして訓練した結果、四頭中二頭のチンパンジーは意地悪なトレーナーに対してでたらめに箱を指し示すようになった。残る二頭のチンパンジーは、意地悪なトレーナーに対して食物の入っていない方の箱を示すようになった。

同様の実験は、フサオマキザルに対してもおこなわれており、同様の結果が得られている (Mitchell & Anderson, 1997)。またわれわれの研究室ではリスザルを対象に同様の実験をおこない、やはり、意地悪なトレーナーに対しては、空の箱を指すようになることを確認した (Anderson, Kuroshima, Kuwahata, Fujita, & Vick, 2001) (図21)。したがって、このような実験場面で欺き行動を学習できるのは類人猿に限られたことではなく、少なくともこれら二種の南米産のサルは同様な学習をするようである。

しかし、チンパンジーを含め、これらの行動はいずれも単純な学習で説明することもできる。ここで見られた欺き行動には欺こうとする意図が含まれているのだろうか。これを検討するために、欺き行動を学習した三頭のリスザルに対して二つのテストをおこなった。

第一のテストは、意地悪なトレーナーが、サルの指示を促す前に二つの箱の中身を覗くテストである。もしサルが意図的に欺こうとしていたならば、食物のありかを知っている相手には欺き行動を向ける頻度が低下すると考えられる。テストは二回おこなった。

その結果、この場面において、三頭のサル(トレーナー)の欺き行動の頻度は、直前の通常のセッションに比べていずれも低下した。これは欺き行動の背後にある欺きの意図を示唆する結果である。しかしながら、同時におこなった協力的なトレーナー(トレーナー)に対する反応の正確さも同様に低下した。したがって、これらの結果は、新奇なテスト場面において反応が不安定になったとも解釈することができるので、意図的な欺きを裏づける決定的な証拠ではない。

第二のテストでは、箱を横に五個並べ、うち一個だけに食物を入れ、協力的なトレーナー(トレーナー)に対して正しく食物のある箱を指示するように訓練した。その後、意地悪なトレーナー(トレーナー)が登場した。サルは四つの空箱のうち、どれを指さしても競合的なトレーナー(トレーナー)を欺くことができる。もしサルが、訓練場面特有の単純な学習をしていたのであれば、サルはこの新奇な場面でうまく振る舞えないはずである。一方、場面特有の学習ではない場合には、この場面でも他者を欺くことができるだろう。さらに、もしサルが欺こうとする意図を持っているならば、これらの空箱の中で、食物の入った箱から空間的により遠い箱を指示するのではないかと期待される。

テストの結果、サルはこの場面においても、競合的なトレーナー(トレーナー)を欺くことができた。したがって、サルは単純な場面(場面)特有の学習をしていたのではないことは明らかである。競合的なトレーナー(トレーナー)に対してサルが指示した箱を分析すると、確かに、食物の入った箱から空間的により遠い箱を指示する傾向は見られた。しかしその傾向は弱く、欺きの意図に関しては明確な結論を導くことができなかった。

三 一四 実験場面で生じる自発的欺き行動

単純な学習による説明を棄却できないことに加えて、上記のような実験的場面ではもう一つの問題がある。それは欺き行動を向ける相手が別種の他個体(すなわちヒト)だということである。サルや類人猿(ヒト)は同種の群れを作り、社会的交渉の中心的な対象は、通常の場合同種個体であろう。そうであるならば、同種個体に対して最も高度な社会的知性が

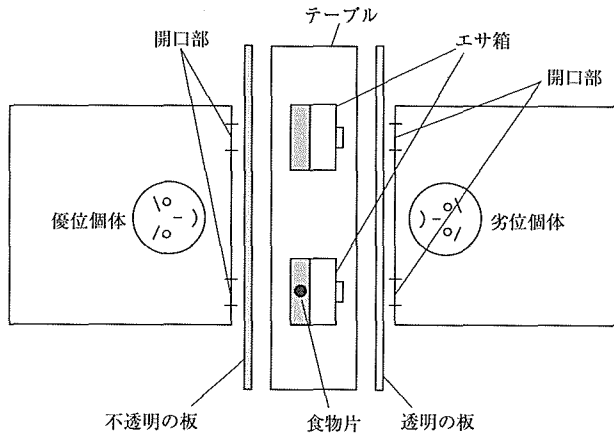


図22 フサオマキザルどうしの自発的欺き行動を調べるための実験のセッティングを模式的に表したもの

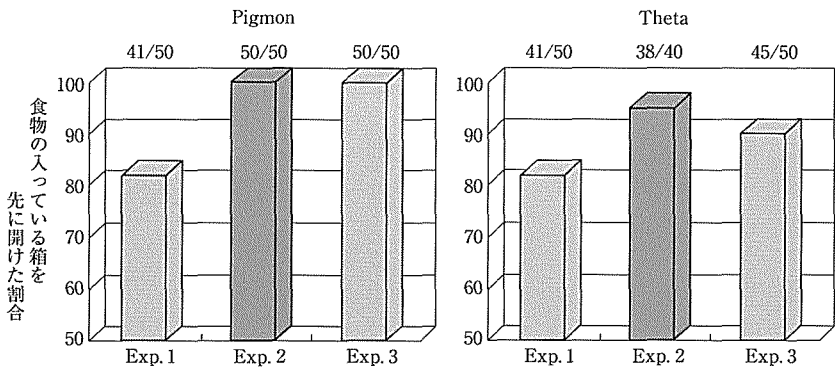


図23 食物の入っている方の箱を先にあけた試行の割合

(左はPigmon, 右はTheta. 各グラフ左端の柱は最初の対戦場面, 10%以上の試行で, 空の箱を先に開けている (逆開け). 中央はエサ自動落下装置を取り付けた単独場面. 逆開けはほとんど生じない. 右端は, 2度目の対戦場面. Thetaの逆開けは復活したが, Pigmonではまったく生じなくなった.)

発揮されるように彼らは進化してきたはずである。先述の Menzel (1974) の実験的観察では、社会的交渉相手は同種他個体であるが、行動の自由度が大きすぎて、分析が難しい。

そこで、同種個体が食物をめぐる競争する単純な場面を実験的に設定し、そこで生じる行動を分析してみた (Funaba, Kuroshima, & Masuda, 2002)。

二頭のフサオマキザルが入った実験箱を向かい合わせに置き、その間にエサ箱を二個置く(図22)。エサ箱には仕掛けがあつて、一方の個体からは中のエサが見え、取っ手を引いてフタを開けることもできる。エサ箱はこの方向を劣位個体に向けて設置した。他方の優位個体からは中のエサも見えない上にフタを開けることもできない。しかしいったん箱が開けられると、優位個体はエサ箱をまさぐって、エサを強奪することができる。劣位個体は、空の箱を先に開けて優位個体の注意を引きつけておいた上で、反対側のエサ箱を開けるといふ戦術をとることができる。

四頭の劣位個体にエサ箱を開けて餌を取る訓練を十分に実施し、一頭の優位個体には開けられた箱をまさぐってエサを取る訓練を十分におこなつたあと、優位個体と劣位個体を対戦させた。優位個体側に不透明の板、劣位個体側に透明の板を置いたのち、一方の箱にエサを入れた。次にまず優位個体側の不透明な板を外し、五秒後に劣位個体側の透明な板を外した。

対戦相手がいないときには、どの個体も一〇〇パーセントエサの入った箱を先に開ける。しかし優位個体との対戦場面では、四頭中二頭のサルが一〇パーセント以上の試行で自発的に空箱を先に開けるようになった(図23、各グラフ左端の柱)。サルは意図的に逆開けといふ欺き戦術を採るようになったのだろうか。

逆開けという行動が生じた理由には少なくとも二つが考えられる。第一は、サルは実際に欺き行動をとつた可能性、第二は、対戦相手がいることによりエサを強奪される場合が出てきたので、報酬を手に入れられる確率が低下し、その結果反応が不安定になつたといふ可能性である。

この二つの可能性を分離するために、エサ箱に少し工夫をし、食物自動落下装置をつけた。必要に応じて、フタを開けたときにエサが自動的に落下するように実験者が設定できるようにしたのである。最初の実験で逆開けをするようになった二個体を単独でテストした。テストでは最初の実験でエサを強奪された試行の割合だけ、エサが自動的に落下するように設定した。報酬獲得率の低下が原因で逆開けが生じたのであれば、この場面でも逆開けは生じるだろう。しかし、実際には逆開けはほとんど見られなかった(図23、各グラフ中央の柱)。

最後にもう一度優位個体を向かいに置いて、第一実験の結果が再現されるか否かを調べた。すると、一頭のサル(Theta)では、最初の実験の割合には及ばないものの、やはり一〇パーセントの試行で逆開けが復活した(図23、グラフ右端の柱)。しかしこの個体の行動は、逆開けをしたあと、必ずしもすぐに反対側の箱を開けるといふ効果的なものではなく、果然と優位個体の行動を眺めているだけのこともあった。

もう一頭のサル(Pignon)では逆開けは見られなくなった。しかし、この個体の行動を詳細に分析すると、向かいに優位個体がいる場合には、相手の側の不透明の板が取りはずされ、自身の側の透明の板が取り去られるまでの間、エサの入っている箱とは逆側に座していることが多いことがわかった。この実験で使われた個体はホームケージでは同じ集団で飼われている。実験開始後、一頭のサルが負傷するなど、普段よりもトラブルが多く発生するようになった。そのため、この個体はよりマイルドな欺き戦術を採っていた可能性もある。

しかしながら、これらの行動が意図的な欺きだと言うだけの根拠は残念ながら十分ではない。かといって、データは完全に否定的でもないのである。より確かな場面設定により、より明確な結果が得られる可能性もある。

三―五 ヒト幼児の欺き行動の発達

それでは、ヒトにおいて欺き行動はどのように発達するのだろうか。その発達過程と霊長類の「欺き」行動を比較す

ることから、霊長類の「欺き」行動の性質が浮き彫りにされるかもしれない。

例えば Sodian (1991) は、三・五歳児を対象に、次のような実験をおこなった。

まず子どもの見ている前で、実験者が二つの寶石箱の一方におもちゃの金貨を隠す。幼児に、王様が金貨を取るのを助け、泥棒が金貨を取るのを阻止するように教示する。そのあと、王様または泥棒の姿をした人形を登場させる。人形は「金貨はどこ？」と幼児に尋ねる。人形はそのあと幼児の指示した箱を開ける。王様は金貨を見つけると、二枚にして幼児に返してくれるのである。

実験の結果、三・五歳未満の幼児はほとんど泥棒をだませないことがわかった。四・五歳になると、過半数の子どもは泥棒人形の登場した二回の試行でいずれも空の箱を指示することができた。

子どもは課題の意味が理解できなかったのかもしれない。そこで、Sodian は、同じ課題で、一方の箱にカギをかけて、同じように王様を助け泥棒を妨害するように教示した。すると、この課題では三歳児でも正解したのである。つまり三歳児は、課題の意味自体は理解しているにもかかわらず、物理的な妨害はできても、社会的な妨害はできないのである。

Russell, Mauthner, Sharpe, & Tisdell (1991) も同様の実験をおこなっている。まずチョコレートの場合当てゲームを幼児とおとなのあいだでおこなわせた。二つの不透明な箱があり、一方にだけチョコレートが入っている。子どもにどちらか一方の箱を指ささせる。おとなは子どもの指さした方の箱を開ける。チョコレートが入っているとそれはおとなのものになる。空箱だと、チョコレートは子どもものになった。

このゲームのあと、今度は、幼児の方からだけ中身の見える箱を用意し、同じゲームをさせた。今度は簡単である。子どもは空の箱を指させば一〇〇パーセントゲームに勝つことができる。しかし、三歳児はほとんどチョコレートに入った箱を指さした。一七人の三歳児のうち一人は、二〇試行全部、チョコレートに入った箱を指さし続けたのである。

四歳児になると、問題なく空の箱を指さすようになった。

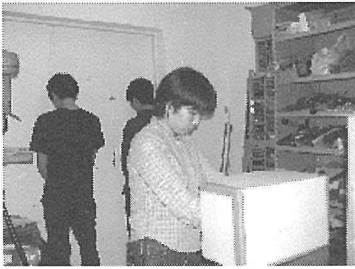
すなわち、ヒトの場合、こうした事態で他者を欺くことができるのは四歳以降であることがわかる。実はこの時期は、他者には自分と異なる知識や信念や願望があると認識する、いわゆる「心の理論」(Premack & Woodruff, 1978)の成立の時期と重なっている。実際、欺き行動と誤信念課題(相手が見ていないところで物体を移動すると、相手はその物体がもとの場所にあると信じていることが理解できるかどうかを調べる課題)の成績には相関が見いだされている(Russell et al., 1991)。少なくとも他者がすでに知っている内容に関して他者を欺くことはできないから、他者の知識の認識は意図的に他者を欺くための必要条件である。

三六 動物は他者が知っていることを見抜けるのか

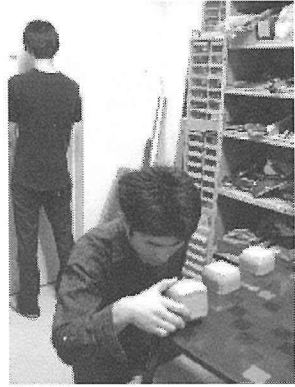
それでは心の理論を支える一つの構成要素である他者の知識の認識は霊長類にも備わっているのだろうか。Povinel, ii, Nelson, & Boysen (1990) は巧妙な実験でこの問いを実験的に検討している。

チンパンジーとヒトがジャバラ式アームで連結された箱をはさんで位置する。箱は四つあり、隠し役の実験者はチンパンジーに見せないようにしてそのうちの一つに食物を隠す。「知っている人」と名づけられた配役の人は、このシーンをじっと見ている。「知らない人」は、このシーンが始まる前に部屋を出ていく。食物を隠し終わると、「知らない人」が戻ってきて、「知っている人」と一緒に、どれかの箱を指示する。この時「知っている人」は必ず食物の入った箱を指示した。チンパンジーは「知っている人」の指示に従ってアームをひくことにより、この食物を手に入れることができた。

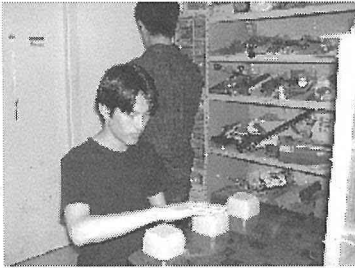
このような形で訓練すると、チンパンジーは「知っている人」の指示に従って反応するようになった。チンパンジーは、隠すところを見ていたから食物のありかを知っているはずだという関係を理解したように見える。しかし、当然の



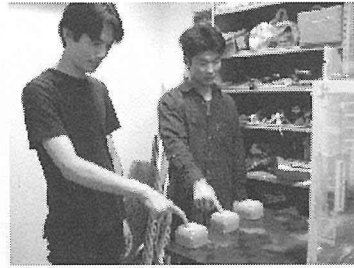
(a)



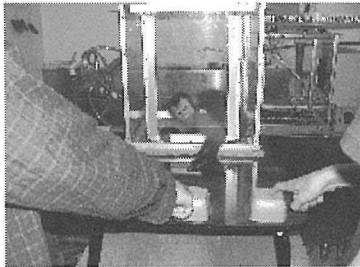
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

図24 フサオマキザルにおける他者の知識の認識を調べる実験場面

(a)実験者はサルの見せないようにしながら、3つの箱の1つに食物を隠す。「知っている人」と「知らない人」は背中を向けて立つ。(b)「知っている人」がやってきて、箱をひとつずつ覗いていく。(c)「知らない人」がやってきて、箱に同じ順序で触れていく。(d)「知っている人」と「知らない人」が同時に箱を指で触れてサルに示す。「知っている人」は必ず食物の入った箱を示す。(e)サルがいずれかの箱を指し示す。(f)サルが指し示した箱を開け、食物が入っていればサルに与える。

ことながら単純な学習でも同じ行動は可能なので、Povinelliらは、「知らない人」が部屋の中にながら、頭から袋をかぶっている条件に変えてみた。チンパンジーはこの課題でもうまく「知っている人」の指示に従ったが、すばやく学習したという可能性を完全には排除することができない。

一方同様の課題で訓練しても、アカゲザルの場合にはまったく学習が進行しない (Povinelli, Parks, & Novak, 1991)。サルには見ることと知ることの関係はまったく理解できないのだろうか。

フサオマキザルに Povinelliらと同様の課題を与えた (Kuroshima, Fujita, & Masuda, 2002)。まず隠し役が登場し、サルに見えないようにしながら三つの箱のいずれかに食物を隠す。次に「知っている人」が登場し、箱を少し持ち上げ、中身を一個ずつ覗いていく。最後に「知らない人」が登場し、両者が同時に箱を指示する。

訓練を継続するとサルは「知っている人」の指示に安定して従うようになった。「知っている人」が箱に触れていくことが手がかりになっていくかもしれないので、「知らない人」も箱に手を触れる条件に変え (図24)、さらに、「知っている人」と「知らない人」の登場順序が手がかりにならないように、これらの登場順序をランダムにして訓練した結果、サルはこの最終条件でも「知っている人」の指示に従うようになった。

この行動も単純な場面特異的学習の可能性をまだ排除できない。そこで、成績の良かった二頭のサルを対象に、箱の形状や、食物の有無をチェックする行動を、ふたを取る、のぞき込む、引き出しをひく、などの多様なものに変え訓練した。するとサルはこれらの行動に対しても正しく選択するようになった。

「知っている人」の動作の大きさに対し、「知らない人」の動作は小さく、ものに触れるだけである。これが手がかりになっているかもしれないので、最後に、最も成績の良い一頭を対象に、引き出しと筒を使って、「知らない人」の動作を「知っている人」の動作に近づけ、動作の生じる場所あるいは向きだけが異なる条件でテストをした。引き出しについては、「知っている人」はそれを開けてその中をのぞく一方、「知らない人」は関係のない場所をのぞいた。筒

については、「知っている人」はそれをのぞき込んだが、「知らない人」は関係のない方向に向いてお辞儀をした。サルはこのような条件でも「知っている人」の指示に従ったのである。テストは五セッションずつ実施したが、その間には全く成績の向上はなく、学習した様子は見えない。したがって、このサルは、ここに至るまでの訓練で、食物の隠し場所を「見た」人の指示に従うことを学んだと言いうことができる。すなわち、少なくとも一頭のフサオマキザルは、見ることと知ることの関係を理解したのである (Kurosima, Fujita, Adachi, Iwata, & Fuyuki, 2002)。

つまりサルは、他者の知識の源泉の一つを認識できることが明らかになった。このことは、サルが意図的に他者を欺くために必要な重要な条件のひとつを備えた存在であることを示唆している。

三―七 動物は他者の二こころがどれくらい読めるのか

実験や観察を通じて、ヒト以外の動物が他者の心的状態についていかなる認識を持ちうるのかが少しずつ明らかにされてきた。本稿で触れなかったものも含めて、ここで簡単にまとめておきたい。

三―七―一 他個体の情動状態の認識

他個体から表出された表情や行動を手がかりに、霊長類が自身の行動を選択していることについては疑う余地はないものと思われる。そうでなければ、社会生活を円滑に送ることはできない。とはいっても、他者の表情や行動から情動状態を認識しているか否かは別問題である。情動を認識しなくとも、適切な行動を選択することは可能だろう。

最近、チンパンジーは他個体の情動状態を認識しているという実験的報告が出されている (Parr, 2001)。この実験で、チンパンジーは、三種類の不快な情動を引き起こすと思われるビデオ画像を見せられた。注射を受ける同種個体、注射針及び麻酔の矢、獣医に対し反抗する同種個体である。これらのビデオ（特に前二者）観察中の指先の温度は、翼を提示する統制条件に比べて低下した。これはビデオを見るチンパンジー自身が負の情動を経験していることを意味する。

次にこれらの刺激に加えて、麻酔されたチンパンジー、及び正の情動を喚起するものとして、コンピュータの実験装置とお気に入りの食物を見せ、これらに対してさまざまなチンパンジーの表情写真（悲鳴、恐れ、遊びの表情、中立、くつろいだ表情など）を合わせる課題をさせた。チンパンジーは、特に訓練をしなくとも、見せられたビデオ刺激の正負に従って適切な表情写真を選択した。これらのことは、チンパンジーが、見せられたビデオから、それに見合った情動状態を認識していることを示している。したがって、少なくとも類人猿は他者の情動を読み取ることができると思われる。類人猿以外の霊長類については、まだ明確なデータは得られていない。

三・七・二 他個体の知識の認識

これについては、三・六節で述べた通り、新世界ザルであるフサオマキザルにおいて明確に肯定的な実験結果が得られている（図24参照）。しかし、同様の課題で旧世界ザルのアカゲザルを調べると、すでに述べたように結果はまったく否定的であった。また同じく旧世界ザルのニホンザルにおいても否定的な結果が得られている。自身からは見えるが自身の子どもからは見ることのできない危険があるときにも、母ザルは全く子どもに警告を与えないという（Cheney & Seyfarth, 1990）。

類人猿では、厳密な実験的な例証は不十分だが（三・六）、Menzelらの実験で見られた二頭のチンパンジーの駆け引き（三・二）や、Plooijの観察事例（三・二）は、チンパンジーが明らかに他者の知識を認識していることを示していると考えられる。旧世界ザルの中でも、チャクマヒヒの欺きの観察事例（三・一）では、やはり欺かれる個体が現場を見ていないから真実を知らないという事実をヒヒが認識していることを示しているように思われる。したがって、他個体の知識の認識は、広範囲の霊長類に見られると考えて良いかもしれない。

三・七・三 他個体の目的・願望・意図の認識

Premack & Woodruff (1978) は、チンパンジーにさまざまな問題に直面する人のビデオを見せ、その解決を示す写

真を選ばせる実験をおこなった。例えば、ヒーターの前でふるえている人、プラグの抜けたプレーヤーで音楽を聴こうとしている人などである。チンパンジーはこれらのビデオに対して、マッチで火を付けている写真、プラグをソケットに差し込んでいる写真を選ぶことができた。この実験だけからは関連のある二つのシーンを結びつけただけという解釈も可能である。しかし、三二で述べた二頭のチンパンジーの駆け引きでは、食物のありかを隠そうとする相手の意図や、興味が無いふりをしている相手の意図や願望を読み取って、的確に次の行動を選択しているように思われる。

しかし厳密な実験場面では結果はややあいまいである。Povinelli, Perilloux, Reaux, & Bierschwale, (1998) は、チンパンジーのまえでわざとジュースなどをこぼしてしまおう人と事故にあつてこぼしてしまおう人の二人を登場させたのち、チンパンジーがどちらの人物に報酬をリクエストするかを調べた。チンパンジーが意図的ないじわるを認識できれば、後者の人物に報酬をリクエストすると考えられた。しかしチンパンジーの反応はでたために過ぎなかった。一方、Caci & Tomasello (1998) は、数個の物体のうち、目印のおかれた物体を選択すると報酬が手に入る課題をチンパンジーとオランウータンに訓練した。実験者が目印を丁寧においた場合と、「おっと」といいながら目印を放り投げる場合を比較すると、前者の方が目印に従うことが多かった。したがって、おそらく類人猿には他者の目的・願望・意図が読みとれるのではないかと思われる。

類人猿以外の霊長類では、新世界ザルのワタボウシタマリンで肯定的な結果が報告されている。Santos & Hauser (1999) は、人の演技者がサルの前で二つの物体のうち興味深そうに一方を見つめたあと、その見つめた物体を手に取り、場合と、見つめなかった方の物体を手に取りする場合で、サルの凝視時間を測定した。演技者の願望や目的を認識できれば、後者の演技に対しサルは驚いて長く見つめると考えられる。結果は確かにそのようになった。われわれもフサオマキザルとリスザルを対象に同様の実験をおこなったが、フサオマキザルで一部肯定的であった以外は、データはほぼ否定的なものであった (Anderson, Kuroshima, & Fujita, 未発表)。これが種差である可能性はもちろんあるが、同じ新世

界ザルでこのように異なった結果が得られたことは、タマリンを含め、より多様な種を用いてこの問題を再検討すべきであることを示している。

三・七・四 他個体の信念の認識

これについては否定的な報告が二編出されている。Premack (1988) は、チンパンジーに対して次のような実験をおこなっている。チンパンジーのケージの前に戸棚を取り付ける。戸棚の一方にはチンパンジーの好きなお菓子が入っている。他方にはヘビのおもちゃなど、チンパンジーの嫌いなものが入っている。お菓子はおやつの際にトレーナーと一緒に食べるものである。このトレーナーはヘビのおもちゃ等に対しては明瞭な嫌悪の表情を示した。戸棚にはカギが掛けられていて、チンパンジーがボタンを押さなければ戸が開かない。チンパンジーはトレーナーが入ってくるとすぐにボタンを押すようになっていた。トレーナーはお菓子を取出してチンパンジーに分け与えた。

ある時、侵入者がやってきて、戸棚をこじ開け、左右の中身をそっくり入れ替えてしまった。侵入者が去ったあと、いつものようにトレーナーがやってきた。トレーナーは中身を入れ替えられたのは知らない。しかし、チンパンジーはトレーナーに警告を発することもなく、いつものようにボタンを押したのである。つまりチンパンジーはトレーナーがお菓子の在りかに関する誤った信念を持っていることを認識できなかったと考えられる。

Call & Tomasello (1999) は、類似の非言語的な課題でチンパンジーとオランウータン及びヒト幼児を比較した。被験体が見えないようにしながら、二つの入れ物の一方に隠し役が報酬を隠す。それを観察者が見ている。観察者は報酬が入っていると信じる方に目印を置く。被験体はこの目印に従って選択をすれば報酬が手に入れられる。正しい反応ができることを確認し、かつ被験体はその目印が正しくないことを知っている場合には、目印を無視することを確認したのちに、テストがおこなわれた。

テストでは、観察者は隠すシーンを目撃した後、一時部屋を離れる。そのスキに、被験体の目の前で、隠し役が入れ

物の場所を入れ替えた。観察者が戻り、目印を置く。もし被験体が、観察者は入れ物を入れ替えられたことを知らないで、正しい報酬の在りかについて誤った信念を持っている、と認識できるのであれば、目印を無視して逆の選択肢を選ぶであろう。五歳児は確かにそのようにふるまった。しかし類人猿は全く成功しなかった。

しかし、このような積極的選択を要求しない課題では、新世界ザルのワタボウシタマリンが、他者の誤った信念を認識できるという報告が出されている (Hauser, 1998)。サルの前に二個の箱が置かれている。人物Aが食物を一方の箱に入れて部屋を出ていく。その後、人物Bがサルに見せながらその食物の場所を左右入れ替えてしまう。人物Aが戻ってきて食物を取り出そうとする。このとき、条件によって、もともと食物のあった箱（現在はカラ）に手を入れる場合と、逆の箱（食物が入っている）に手を入れる場合があった。サルは人物Aが逆の箱に手を入れようとするとき驚いて長い時間凝視した。

この実験だけから類人猿以外の霊長類が他者の信念を認識しているかどうかが慎重に検討すべきかもしれない。しかし、このような非顕示的反應を調べる課題は、被験体の負荷が少なく、課題自体としては容易なものである。今後、こういった課題を利用して、類人猿はもとより、他のさまざまな種において信念の認識能力を分析・比較する必要があるように思われる。

四 まとめと展望

感覚器官によって直接には感じ取ることのできない事象の認識を、部分的に隠蔽された事物と他者の心的状態という二つを対象に検討した。

ヒトは、部分的に隠蔽された事象を提示されると、隠蔽部分を補間して認識する。斜め棒の中央部を横長の帯で隠蔽すると、チンパンジー及びフサオマキザルは、ヒトと同様に、隠された部分を補間して、一本のつながった棒であると

認識した(物体の一体性の知覚)。フサオマキザルの場合、この認識は単なる上下部分の連結の認識ではなく、隠れた部分は直線的に補間されていた。またフサオマキザルは上下の部分の接続可能性が高い刺激とそうでない刺激を提示すると、接続可能性が高い場合には一本の曲がった棒、低い場合には二本の棒と認識した。さらに、ジグザグの輪郭を持った棒を提示すると、フサオマキザルは隠蔽された部分をおおむね規則的なジグザグ形状に補間した。またアカゲザルでは、ヒトと同様に、大きな図形に隣接する小さな横棒の長さを過大視する錯視があることがわかった。これらの傾向はヒトとよく類似しており、ほぼ共通の補間機能が霊長類には備わっている可能性が示唆される。

同じ手法を用いてハトの補間機能を分析したが、ハトでは物体の一体性を知覚しないことがわかった。すなわち、ハトは斜め棒の中央部を横長の帯で隠蔽すると、それを二本の棒と答えたのである。隠蔽帯の形状を変化させても同じ結果が得られた。つまり、ハトでは隠蔽部分の補間が生じない。アカゲザルで見られた、大きな図形に隣接する小さな横棒の長さの錯視も、ハトでは生じなかった。すなわち、ハトは図形の重なりすら認識していないように思われる。

こういった環境の認識の様式は、その種の系統発生的制約と生態学的制約の二つの要因で決定されると考えられる。ハトの場合には、鳥類という特殊な分類群に属することが系統発生的制約を与えているとも考えられるが、ニワトリ(ヒヨコ)が補間機能を備えていることを考えれば、ハトの生活様式に補間をしない原因を求めめることも可能であろう。すでに論じたように、飛翔に伴う高速な情報処理を小さな脳で実現するための方策であった可能性と、ほぼ純粋な穀物食であるという食性への適応である可能性がある。これらの要因の効果を明らかにするためには、さらに多様な系統の多様な種の補間機能を分析していかなければならない。

他者の心的状態の読みとりがいかに進化したかを論じるための資料が、少しずつ蓄積してきている。野外あるいは準野外において、多くの霊長類種で欺き行動と思われる事例が観察されており、高度な社会的駆け引きと思われる事例も報告されている。しかしこれらはエピソードの記述であり、欺き行動の性質上、事例数も少なく、やや信頼性に欠ける。

しかし、チンパンジー集団の実験的な観察報告からも、隠された食物をめぐる高度な駆け引きと思われる相互交渉が報告されている。実験的に欺き行動を訓練すると、数種の霊長類はこれを学習する。また、同種個体どうしが食物をめぐる競争する場面を実験的に設定すると、フサオマキザルではやはり欺き行動とも思われる行動が観察された。

欺き行動は他個体が何を知っているかを知っていなければ実行することができない。フサオマキザルは食物のありかを知っている訓練者の指示に従うという行動を学習できた。チンパンジーでも同様の報告がある。フサオマキザルの場合には、食物のありかを見ることが食物のありかを知ることだという関係を理解できることも明らかにされた。したがって、少なくともフサオマキザルは他個体を欺くための必要条件となる認識を備えていることがわかった。

これ以外に、霊長類はおそらく他個体の情動状態を認識でき、他個体の意図や願望をある程度認識していることを示す事実が得られてきている。しかしながら、心の理論の最終到達点と考えられている他個体の誤った信念の理解に関しては、データはあいまいである。

今後の課題として、霊長類は、他個体の心的状態に関して他のどのような側面を認識することができるのかを検討する必要があるだろう。また、霊長類はどの程度階層的な心の認識を持てるのが重要な検討課題である。例えば、「〔A〕が、X、Xであること」をBは知っていること、「〔C〕をCは知っていること」を私は知っている……」などといった内容を、何次の階層まで読み解けるのかを分析し、種比較をする必要がある。これらの作業を通じて、このような他者の心の認識がいかに進化したのかを明らかにすることが重要である。

現時点で筆者は、自己の内的状態の認識——メタ認識——の発生がその進化のカギを握っていると考えている。他者の心の状態は直接的にはまったく見えないが、自己の内的状態は神経系を通じて認識することが可能である。どのような状況で、どのような自己の内的状態が生じるのかを経験により認識することができるようになれば、内部的シミュレーションにより、他個体の状況を感じて、その他個体の内的状態を推測することも可能になるのではないだろうか。

最近「他者の体の動きを、同じ口の体の動きに応答する神経細胞が発見された」と (Rizzolatti, Fadiga, Gallese, & Fogassi, 1996; Gallese & Goldman, 1998 参照)。「マローネロン」が「ひらいた」の細胞は、それらの内部の「マローネロン」を表現している神経細胞なのかもしれない。

参考文献

- Anderson, J., R., Kuroshima, H., Kuwahata, H., Fujita, K., & Vick, S.-J. (2001). Training squirrel monkeys (*Sciurini sciureus*) to deceive: Acquisition and analysis of behavior toward cooperative and competitive trainers. *Journal of Comparative Psychology*, 115(3), 282-293.
- Baillargeon, R. (1983). The object concept revisited: New directions in the investigation of infants' physical knowledge. In C. E. Granrud (ed.), *Visual perception and cognition in infancy*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp.265-315.
- Byrne, R. W. (1995). *The thinking ape: evolutionary origins of intelligence*. Oxford University Press, Oxford.
- Byrne, R. W. & Whiten, A. (eds.) (1988). *Machiavellian intelligence: Social expertise and the evolution of intellect in monkeys, apes, and humans*. Oxford: Clarendon Press.
- Byrne, R. W. & Whiten, A. (1990). Tactical deception in primates: the 1990 database. *Primate Report*, 27, 1-101.
- Call, J., & Tomasello, M. (1998). Distinguishing intentional from accidental actions in orangutans (*Pongo pygmaeus*), chimpanzees (*Pan troglodytes*), and human children (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology*, 112(2), 192-206.
- Call, J., & Tomasello, M. (1999). A nonverbal false belief task: The performance of children and great apes. *Child Development*, 70(2), 381-395.
- Cerella, J. (1980). The pigeon's analysis of picture. *Pattern Recognition*, 12, 1-6.
- Cerella, J. (1990). Shape constancy in the pigeon: The perspective transformations decomposed. In Commons, M. L., Herrstein, R. J., Kosslyn, S. M., & Mumford, D. B. (eds.), *Quantitative Analyses of Behavior*, Vol. 8. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp.145-163.

- Cheney, D., & Seyfarth, R. (1990). Attending to behaviour versus attending to knowledge : examining monkeys' attribution of mental states. *Animal Behaviour*, 40, 742-753.
- Coussi-Korbel, S. (1994). Learning to outwit a competitor in mangabey (*Cercocebus torquatus torquatus*). *Journal of Comparative Psychology*, 2, 164-171
- Craton, L. G. (1996). The development of perceptual completion abilities : Infants' perception of stationary, partially occluded objects. *Child Development*, 67, 890-904.
- Forkman, B. (1998). Hens use occlusion to judge depth in a two-dimensional picture. *Perception*, 27, 861-867.
- 藤田和生 (一九九八) 『比較認知科学への招待—「つじま」の進化論—』ナカニシヤ出版。
- 藤田和生 (二〇〇〇) 『霊長類のたむかひの認識』学術月報五三 (一〇) ' 一〇十四—一〇八一'。
- Fujita, K. (2001a). Perceptual completion in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) and pigeons (*Columba livia*). *Perception & Psychophysics*, 63(1), 115-125.
- Fujita, K. (2001b). What you see is different from what I see : Species differences in visual perception. In Matsuzawa, T. (ed.), *Primate origins of human cognition and behavior*. Springer Verlag, pp. 29-54. (Chapter 2)
- Fujita, K. (2001c). How do capuchin monkeys (*Cebus apella*) perceive occluded figures? Paper presented at the XXVII *International Ethological Conference*, August 27, Tübingen, Germany.
- Fujita, K., Kuroshima, H., & Masuda, T. (2002). Do tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*) spontaneously deceive opponents? A preliminary analysis of an experimental food-competition contest between monkeys. *Animal Cognition*, 5(1), 19-25.
- Funk, M. S. (1996). Development of object permanence in the New Zealand parakeet (*Cyanoramphus auriceps*). *Animal Learning & Behavior*, 24, 375-383.
- Fuyuki, A. & Fujita, K. (2001). Mental imagery in pigeons (*Columba livia*). Paper presented at the XXVII *International Ethological Conference*, August 22-29, Tübingen, Germany.
- Gallese, V., & Goldman, A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 2(12), 493-501.

- Granrud, C. E., & Yonas, A. (1984). Infants' perception of pictorially specified interposition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 37, 500-511.
- Hauser, M. D. (1999). Primate representations and expectations : Mental tools for navigating in a social world. In Zelazo, P. D., Astington, J. W., & Olson, D. R. (eds), *Developing theories of intention : Social understanding and self-control*. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates. pp. 169-194.
- Humphrey, N. K. (1976). The social function of intellect. In Bateson, P. P. G. & Himde, R. A. (eds.), *Growing points in ethology*. Cambridge : Cambridge University Press. pp. 303-317.
- Kanizsa, G. (1979). *Organization in vision : essays on Gestalt perception*. NY : Praeger Publishers.
- Kellman, P. J., & Arterberry, M. E. (1998). *The cradle of knowledge : Development of perception in infancy*. Cambridge : MIT Press.
- Kellman, P. J., & Shipley, T. F. (1991). A theory of visual interpolation in object perception. *Cognitive Psychology*, 23(2), 141-221.
- Kellman, P. J., & Spelke, E. S. (1983). Perception of partly occluded objects in infancy. *Cognitive Psychology*, 15, 483-524.
- Kuroshima, H., Fujita, K., & Masuda, T. (2002). Understanding of the relationship between seeing and knowing by capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Animal Cognition*, 5(1), 41-48.
- Kuroshima, H., Fujita, K., Adachi, I., Iwata, K., & Fuyuki, A. (2002). Tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*) understand the relationship between seeing and knowing. Paper presented at the *2nd International Symposium on Comparative Cognitive Science*, February 19, Inuyama, Japan.
- Lea, S. E. G., Slater, A. M., & Ryan, C. M. E. (1996). Perception of object unity in chicks : A comparison with the human infant. *Infant Behavior and Development*, 19, 501-504.
- Menzel, E. W. (1974). A group of chimpanzees in a 1-acre field : leadership and communication. In : Schrier, A. M., Stollnitz, F. (eds.), *Behavior of nonhuman primates*. Academic Press, New York, pp. 83-135.
- Mitchell, R. W., Anderson, J. R. (1997). Pointing, withholding information, and deception in capuchin monkeys. *Journal of Comparative Psychology*, 114, 351-361.

- Neiworth, J. J. (1992). Cognitive aspects of movement estimation : a test of imagery in animals. In Honig, W. K. & Fetterman, J. G. (eds.), *Cognitive aspects of stimulus control*. Hillsdale : NJ, Lawrence Erlbaum Associates. pp.323-346.
- Neworth, J. J., & Rilling, M. E. (1987). A method for studying imagery in animals. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes*, 13, 203-214.
- Parr, L. A. (2001). Cognitive and physiological markers of emotional awareness in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Animal Cognition*, 4, 223-239.
- Pepperberg, I. M. & Funk, M. S. (1990). Object permanence in four species of psittacine birds : An African gray parrot (*Psittacus erithacus*), and Illiger mini macaw (*Ara macawana*), a parakeet (*Melopsittacus undulatus*), and a cockatiel (*Nymphicus hollandicus*). *Animal Learning & Behavior*, 18, 97-108.
- Plowright, C. M. S., Reid, S., & Kilian, T. (1998). Finding hidden food : behavior on visible displacement tasks by mynahs (*Cuculida religiosus*) and pigeons (*Columba livia*). *Journal of Comparative Psychology*, 112, 13-25.
- Povinelli, D. J., Nelson, K. E., & Boysen, S. T. (1990). Inferences about guessing and knowing by chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, 104, 203-210.
- Povinelli, D. J., Parks, K. A., & Novak, M. A. (1991). Do rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) attribute knowledge and ignorance to others? *Journal of Comparative Psychology*, 105, 318-325.
- Povinelli, D. J., Perrilloux, H. K., Reaux, J. E., & Bierschwale, D. T. (1998). Young and juvenile chimpanzees' (*Pan troglodytes*) reactions to intentional versus accidental and inadvertent actions. *Behavioural Processes*, 42, 205-218.
- Premack, D. (1988). 'Does the chimpanzee have a theory of mind?' revisited. In Byrne, R. & Whiten, A. (eds.), *Machiavellian intelligence : Social expertise and the evolution of intellect in monkeys, apes, and humans*. Oxford : Clarendon Press. pp. 160-179.
- Premack, D. & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1, 515-526.
- Regolin, L., & Vallorfigara, G. (1995). Perception of partly occluded objects by young chicks. *Perception & Psychophysics*, 57, 971-976.

- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3(2), 131-141.
- Russell, J., Mauthner, N., Sharpe, S., & Tidserl, T. (1991). The 'windows task' as a measure of strategic deception in preschoolers and autistic subjects. *British Journal of Developmental Psychology*, 9, 331-349.
- Santos, L. R., & Hauser, M. D. (1999). How monkeys see the eyes: Cotton-top tamarins' reaction to changes in visual attention and action. *Animal Cognition*, 2, 131-139.
- Sato, A., Kanazawa, S., & Fujita, K. (1997). Perception of object unity in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Japanese Psychological Research*, 39(3), 191-199.
- Sekuler, A. B., Lee, J. A. J., & Shettleworth, S. J. (1996). Pigeons do not complete partly occluded figures. *Perception*, 25, 1109-1120.
- Sodian, B. (1991). The development of deception in young children. *British Journal of Developmental Psychology*, 9, 173-188.
- Sugita, Y. (1999). Grouping of image fragments in primary visual cortex. *Nature* 401 : 269-272.
- Ushitani, T., Fujita, K., & Yamataka, R. (2001). Do pigeons (*Columba livia*) perceive object unity? *Animal Cognition*, 4, 153-161.
- Whiten, A. W., & Byrne, R. W. (eds), (1997). *Machiavellian intelligence II : Extensions and evaluations*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Woodruff G., Premack D (1979). Intentional communication in the chimpanzee : the development of deception. *Cognition*, 7, 333-362.
- Yonas, A., & Arterberry, M. E. (1994). Infants perceive spatial structure specified by line junctions. *Perception*, 23, 1427-1435.

謝 辞

本研究の実施にあたっては、文部省科学研究費補助金基盤研究 (C) (一)〇八六一〇〇八二'、一〇六一〇〇七二'、同基盤研究 (B) (一)一三四一〇〇二六'、国際学術研究一〇〇四四〇〇七'、特定領域研究 (a) (一)〇九二〇七二一一'、一〇一一四二一一'、(b) (一)一三四一〇〇二六'、国際学術研究一〇〇四四〇〇七'、特定領域研究 (a) (一)〇九二〇七二一一'、一〇一一四二一一'、

一一一一一一一三、一一〇一一二〇九の補助を受けた（いずれも代表・藤田和生）。また、オマキザルの実験は、京都大学霊長類研究所共同利用研究（所外貸与）によるものである。引用文献に示されるように、これらの多くは本研究室内外の研究者、大学院生、学部学生などとの共同研究の成果である。以下に名前を記して感謝の意を表したい。James R. Anderson 博士、Sarah-Jane Vick 博士（以上スターリング大学）、金沢創博士（淑徳大学）、佐藤明氏（故人）、黒島妃香氏、桑畑裕子氏、牛谷智一氏、冬木晶氏、足立幾磨氏、岩田佳奈氏、山中理恵氏、増田露香氏（以上京都大学）。また、すでに京都大学を去られたが、当研究室における動物実験の実施に当たり、多くの援助と協力をいただいた次の方々にも感謝したい。山下博志博士（大阪学院大学）、石川悟博士（北海道大学）、粟津俊二博士（労働科学研究所）、徳久愛花氏。実験プログラムの作成に当たっては、京都大学霊長類研究所の南雲純治氏の協力を得た。合わせて感謝の意を表したい。

（筆者 ふじた・かずお 京都大学大学院文学研究科教授／心理学）

Exploring minds of nonhuman animals

How they recognize invisible objects and events

by

Kazuo FUJITA

Professor of Psychology
Graduate School of Letters
Kyoto University

In comparative cognitive science we ask what the minds of nonhuman animals are like. One way to answer this question is to investigate how animals recognize objects and events that are not directly experienced by sensory systems. This is because characteristics of internal information processing are expected to display themselves most clearly when sensory inputs are ambiguous. I discuss two aspects of such cases in this paper. The first case is perceptual completion of figures partly occluded by others. The second case is recognition of mental states of other individuals.

Perceptual completion is a process to fill up portions of figures and objects that are occluded by others. This process develops early in infancy in humans. For example 4-month-old infants recognize that two bars moving in concert behind a belt that occludes the gap between the two bars as one unified bar. We found that chimpanzees and capuchin monkeys perceived the same unity of objects. More specifically, these animals matched a rod-like figure with the central portion occluded by a belt to a unified rod rather than a pair of rods. In particular, capuchin monkeys were found to complete the occluded portions according to perceptual rules similar to those human follow, such as principles of good continuity and good form. Thus these perceptual rules can be traced back to the common ancestor of anthropoid primates. On the other hand, pigeons were never observed to complete. They did not even recognize that one figure continued behind the other. I propose that not completing may be an adaptive strategy for pigeons, as they forage for grains that are abundant and detectable without completing and at the same time are forced to process information quickly while in flight. An important implication of the fact that even fundamental perceptual processes are so variable among animals having well-developed neural circuits is that human information processing may be neither global nor the most sophisticated way to recognize the external environment.

Recognizing mental states of others provides advantages to animals in handling social environments. Social agendas have been regarded as a selection pressure for the evolution of outstanding intelligence in humans. Episodic observations from

wild and semi-wild nonhuman primates including chimpanzees and baboons have provided evidence in favor of this view that several primate species actually deceive other members of the social group. In experimental situations, capuchin monkeys and squirrel monkeys as well as chimpanzees learned to deceive a human trainer who ate the food in the box the animals pointed at, by indicating an empty box. We tested if our squirrel monkeys intentionally deceived the trainer or not. The results were ambiguous. Next we tested if capuchin monkeys would learn to deceive without explicit training. Two monkeys, dominant and subordinate, competed for food placed in one of two boxes. Only subordinate monkeys were able to open the boxes. Some of the subordinate monkeys spontaneously started to open the empty box first in considerable proportion of trials, though the deceptive intention of the monkeys was not clearly demonstrated in subsequent tests. In the final experiment, capuchin monkeys were shown to understand that seeing something leads to knowing about it. This causal recognition is essential for the animals to deceive opponents by concealing or manipulating information. Thus at least some of monkey species seem to have a fundamental cognitive ability to read and manipulate some aspects of mental states of others.

In conclusion, this paper provides evidence that nonhuman animals have complex and varied minds, which we have failed to recognize. They recognize a variety of invisible objects and events, either perceptually or cognitively. Humans are not the only species to have a mind. Human mind is rather to be simply regarded as one of the range of minds in the animal kingdom.

L'eau et le vin
《la philosophie》 des théologiens scolastiques

by

Shinsuke KAWAZOE

Associate Professor of History of Western Medieval Philosophy
Graduate School of Letters
Kyoto University

En observant les textes qui ont été écrits par Bonaventure et Thomas d'Aquin, on remarquera que la théologie et la philosophie sont respectivement comparées au vin et à l'eau, alors que nous nous apercevons clairement que les deux grands théologiens scolastiques estiment d'une manière très différente les rapports entre ces disciplines. Notre traité veut essayer à mettre en relief les relations variées