特集：動物心理学における比較の意義の再検討〔第二部 誌上討論〕

意見

標的論文（後藤・牛谷，2008）に対する意見

Open peer commentary to the target article

新たなスナーク狩り

関西学院大学 中島定彦

The new hunting of the Snark

SADAHIKO NAKAJIMA

Kwansei Gakuin University

後藤・牛谷（2008）は、動物行動の心理学的研究を「普遍論的アプローチ」と「進化論的アプローチ」に二分している。しかし、Papini（2002a）が詳しく論じているように、この2つのアプローチをあえて分かつ意義があるのかどうか疑問である。たとえば、後藤・牛谷（2008）は、味覚嫌悪条件づけが吸血コウモリでは生じないという報告（Ratcliffe, Fenton, & Galef, 2003）について、「実験手続きと連合の準備性（Seligman, 1970）の組み合わせが悪かったと考えるよりも、単食性のコウモリでは味覚嫌悪条件づけの適応価が低いからであると解釈する方が、十分に科学的な説明ではないだろうか」（81ページ）と述べているが、そもそも準備性とは適応価に基づく概念である。また、「学習理論だけがそれらから独立した文脈で議論」（81ページ）されているわけではない。学習理論においても適応価との関連を重視する研究は少なくない（Domjan, 2005）。たとえば、性的条件づけが繁殖適応度を高めることが、ウズラを対象として調べられている。異性の出現を過去に経験した部屋での交尾は受精率を高める（Adkins-Regan & MacKillop, 2003）、同一のメスに2羽のオスが連続して交尾する場合、その部屋での交尾経験のあるオスのほうが他の部屋での交尾経験を持つオスよりも多くの卵を受精させる（Matthews, Domjan, Ramsey, & Crews, 2007）。

ただし、適応論的解釈はその表面的妥当性に惑わされがちなので注意が必要である。例えば、条件づ

けの適応的側面に関してよく引用される研究に、夜行性で食物を嚙んで食べるラットでは味覚刺激が内臓不快感と連合するが、昼行性で穀物を丸呑みするウズラでは視覚刺激が内臓不快感と連合するという実験（Wilcoxon, Dragoin, & Kral, 1971）がある。しかし、Lett（1980）の追試では、ウズラでも視覚刺激よりも味覚刺激が内臓不快感と連合しやすかった。こうした報告は「グッドストーリー」と不協和なので無視されやすい。

半世紀以上前、Beach（1950）はルイス・キャロルのナンセンス長編詩『スナーク狩り』を引用し、比較心理学者を「スナーク」という謎の生物を求める探索隊になぞらえた。スナークには様々な種類がいるが、最も危険な「ブージャム」だけは避けなければならない。それを見たものはたちまち消え失せてしまうからである。Beachは、「動物行動」というスナークを探す比較心理学者が見つけたものは「ラット」というブージャムだったと皮肉を込めて述べた。さいわい比較心理学者は消えてしまわず、半世紀を経て新たなスナーク探しの旅に出ている。長編詩の探索隊はスナークを「指ぬきと注意を駆使し、フォークと希望をもって探した」（Carroll, 1876/2007, 訳書, p. 50）。比較心理学者は、安易な適応論的解釈には注意しながらも、希望をもって動物行動を研究していかなければならない。

（2008. 2. 21 受稿, 2008. 2. 27 受理）

何を比較するのか

金沢大学名誉教授 小牧純爾

A gist of comparison

JUNJI KOMAKI

Professor Emeritus, Kanazawa University

かつて H. F. Harlow は知的能力の進化に関する証拠を得るため「学習セット（LS）形成」のパラメー

タを種の間で比較したことがある。彼はLS形成の速度と漸近値の「違い」にもとづき、アカゲザルを頂点に、リスザル、マーモセット、ネコ、ネズミ、リスにいたるLS形成の序列図を発表した(小牧, 2000, p. 111)。共通性(学習セット能力)を前提とし、それに関わる差異性(パラメータ)を同定したこの比較は、原理的に妥当であり、彼の序列図は一時期広く引用された。しかし、この図は視覚課題の成績にもとづいており、視力の劣る、例えばネズミの能力を過小評価するおそれがあった。ちなみに、課題を嗅覚課題に変更すると、嗅覚動物のネズミはアカゲザルを凌いだ(op.cit., p. 111)。

どんな行動であっても、種の間で能力の見かけの序列を定めるのは簡単である。共通の課題を与え、成績に応じて順位をつければよい。ただし、上のような「はかり間違い」を避けるには、対象のすべての種に難易度の等しい課題を与える必要がある。しかし、このことは実際には不可能に近い(op.cit., p. 191)。さらに、この難題以前に、行動過程を種の行動体制から切り離して比較することの問題がある。動物の種は世代交代を重ね、独自の行動体制を進化させてきている。連合形成やLS形成などの行動諸過程は、こうした行動体制の構成因であり、種の行動体制の中でそれぞれ適応手段としての位置づけを与えられている。カラスは概括化の手段として「概念形成」を活用するが、同じ鳥類であるハトは個別連合に依存している(op.cit., p. 193)。個々の行動過程はそれぞれに種としての行動的意味を担っており、これを捨象した比較に意味はない。生物学的基準にもとづく進化の系統樹に、能力の有無をプロットするのも同様である。例えば、「道具使用」能力を持つ種の確認は、この能力を持つ動物の種の「行動体制の共通性」の証拠を得ることに意味があるのであり、系統樹の序列との整合性を点検すること自体に心理学研究としての意義はない。

標的論文は比較の新たなアプローチとして、選択圧変数を強調したパス解析の方法を提案している。進化論的観点を重視する立場からの主張であろう。しかし、標的論文の選択圧と進化の理解には疑問がある。自然選択は進化ではない。「自然選択は一世代単位でも起こるが、進化は世代を超えて起こるものであり、自然選択は進化につながる一つの仕組みに過ぎない」(ワイナー, 1995, p. 105)。私は選択圧は世代交代を介して初めて進化に加担すると理解している。獲得形質は遺伝しない。また、選択圧は恒常ではない。動物が現時点で曝されている選択圧が当該動物の進化以降のそれと同等であると仮定する根拠はない。選択圧は多様であるだけでなく変化する。自然は選択圧の変動や遺伝子変異をもとに不断に動

植物の新たな種を誕生させ続けているのではない。

進化は心理学にとっても重要な問題である。しかし、選択圧との関連で進化の筋道をたどるのは進化生物学の任務である。動物心理学の主要な課題は種の行動体制を心理学の概念で分析し、心的諸過程の関連性を明らかにすることにある。心理学の言葉で種の「行動体制の独自性」を記述すること、これが心理学における種の比較であると私は考えている。

(2008.3.5 受稿, 2008.3.24 受理)

「比較」は簡単ではない

大阪教育大学 石田雅人

So tricky is “Comparison”

MASATO ISHIDA

Osaka University of Education

後藤・牛谷(2008)(以下標的論文とする)は、「普遍主義に凝り固まった」学習心理学の方法論に対する批判を基調に展開されており、「学習心理学だけが進化論の枠組みから独立した文脈で議論されるのは他の関連分野との整合性を欠く」との著者の指摘は的を射た見解であって、学習心理学が反省すべき点である。これを「反」とするならば、4つの本誌論文を論評し(これを「正」とすると)、アウフヘーベンする形で、比較研究のための階層的な方法論を提案している。この提案は今後の比較研究を進めるための研究パラダイムの1つになることが期待される。このような積極的評価に立った上で、意見を述べたい。

1つ目は標的論文における比較心理学の扱いの不当性に対してである。触れた分量ではない。Robert Yerkes (1876-1956)の名を取ってあげなくても、比較心理学の研究史が長いことは周知の事実である。ただし、比較心理学が学習心理学とは切り離せない歴史的関係があることから(Boakes, 1984)、現在でも相互間の混同や誤解があることは残念である。さて、どういう訳か比較認知(科学)は、B. F. Skinner (1904-1990)没後以降に北米やわが国で突如盛んになったが、これに比べれば比較心理学の研究成果の積み重ねは膨大である。Yerkesが1910年代より、カニから類人猿までを対象に動物の「観念作用・観念行動」について研究していることを見れば、すでに「比較認知(科学)」は始まっていたといえる。比較認知科学を現代の新星のごとく扱うことが不思議でならない。

2つ目は、本誌井口論文に対する言及についてで

ある。標的論文では、学習の普遍性を認める井口が、「予測を重視する」あまり、「比較を拒絶する」ことから、中丸（1999，標的論文中引用）を引き合いに出して、井口の主張がコインの一面を見たものでしかない指摘している。しかし井口の主張は、比較認知科学を標榜する研究者が、とかく耳目を集める心理現象を並列し、「対比する」だけで議論を終えてしまうことに対する不満あるいは苛立ちの表れと解釈することはできないだろうか。

3つ目は比較認知科学の立場についてである。標的論文において比較の意義・目的について明瞭に述べられ、比較研究を実質化する方向性を打ち出した提案に異議はない。しかし、この提案を実践する研究者の姿勢はどうあるべきであろうか。比較認知（科学）を謳うことが、特に若手研究者を惹きつけるのであれば、学会を活性化するためにも大変喜ばしいことである。一方で、その名称ゆえに動物種の選択に偏りが生じてしまうのであれば（「高等動物」を中心に据えるだけでは）、せつかくの骨太提案の趣旨は生かされない。加えて、今回の提案を科学的に裏書された方法論にするためには、（自戒を込めてではあるが）もっと系統分類学、古生物学などの関連領域への造詣を深める必要があるのではないだろうか。そうかと言って決して身構える必要はなく、網羅的総説書の1冊で十分な知識が得られる場合が多い（例えば、Papini, 2002b）。

以上3点にわたり論評したが、ここまで述べても筆者はなおかつ、比較研究は「比較心理学」でなせないのか、いまだわからない。

（2008.3.8 受稿，2008.3.8 受理）

何をどう比較するか

京都大学霊長類研究所 友永雅己

What and how to compare: It's more important

MASAKI TOMONAGA

Primate Research Institute, Kyoto University

後藤・牛谷（2008）による標的論文における主張には傾聴に値するものが多く、特に異論はないが、この機会に自らの思うところを少し述べておきたいと思う。

比較認知とは何か

「比較」とはいったい何か。彼らは種間の直接比較の重要性を強調している。しかし、私にとっては

種間の比較をすることが「比較認知」なのではまったくない。「比較」という語にこめた意味は「進化」なのだ。認知機能の至近要因の厳密な探求だけでなく、系統発生という時間軸の中で議論し「究極要因」の推定・検証を行う。これが先達たちの使っている「比較認知」という語に含まれる必要不可欠な要素なのだと思う。だから、研究対象たる種や現象の進化的意義が明示的に（ないしは暗示的にでも）示されていれば、私はその研究の中で直接的な種間比較がなされていなくてもかまわないと思う。8年前に「もはや比較あるのみ」といったが（友永，2000），去年「もう比較なんていうな」と書いた（友永，2007）意図はここにある。たとえば、チンパンジーを研究する以上、比較の意義や進化的視点の重要性を強調しなくても、チンパンジーでの研究それ自体が進化的視点と不可分に結びついていると研究者が認識している時代が来たのだ。いや、たぶんまだ来てないけど、来てほしい。

何をどう比較するか

後半の部分では、どの種を系統群の代表として扱うべきかといった議論がなされていた。「ゴリラ問題」が例外なのかどうかはよくわからないが、ここでわれわれが留意すべきは、それぞれの種の持つ認知能力は彼らの形態と同様、系統発生的な制約を受けているだけでなく、環境適応の結果として今ここにあるという当たり前の事実だろう。この姿勢は、彼らの危惧とは逆に、ヒトの認知機能を進化という歴史の中で相対化することを促進するのではないか。これは、ヒトの知性の起源を研究の究極目標において私のスタンスでもある。

何をどう比較するかという問題について、私が思うところをもう少し述べておく。それは、何ををもってその種の能力の「代表値」とするかということである。たとえば、野生生息域で道具使用をしないボノボも、飼育環境下ではきわめて巧みに道具使用を行う。道具使用に必要な運動能力、因果理解は十分に備わっているのに、適応した生態学的環境がその必要を認めなかったのだろう。つまり、「やればできる」をどのように評価するか。これは、実験的手法を主体として研究するわれわれにとってきわめて重要な問題である。能力の「のりしろ」までも含めて比較すべきなのか、「自然」な認知を比較すべきなのか。そもそもたとえば、人間の能力の代表値とはいったい何か。イチローとしがない大学准教授のどちらが「ヒト」を代表しているのだろうか。

種を点として比較することに問題があるのではないか。特定の認知機能についても、ヒトという種の中で極めて大きな集団差が随所に存在する。最も無

視できないのは年齢差だ。だからこそ私は近年「比較認知発達」の重要性を強調してきた。認知の進化を発達という時間軸も加味して検討することが肝要だ。そしてもうひとつは文化差だろう。たとえば、複雑な事象を処理する場合、ヒトでは全体処理が優先されるといわれているが、最近の文化心理学では、「東洋」と「西洋」で全体処理と局所処理の強度が異なるという主張がなされている。もしかすると「ヒトでは…だが、××という動物ではどうか」という問い自体に疑義がはさまれる時代が来るかもしれない。いうまでもなく、これはヒトとの比較に限ったことではない。最近チンパンジーの研究においても同様の指摘がなされている。Boesch (2007) は、中産階級の西洋人と飼育下のチンパンジーにそれぞれの種を代表させて比較するだけでよいのか、という辛らつな意見を *JCP* に掲載している。彼は同一種内の異なる生息域に暮らす集団間の比較（種内比較）と、より適切な種間比較の重要性を指摘している。比較認知発達のみならず、「比較」文化心理学（文化間比較ではない）的発想が必要なかもしれない。

次の10年はさまざまな側面において「広がり」を持った存在としての種を比較するという姿勢が比較認知には必要になってくるのかもしれない。

(2008.3.8 受稿, 2008.4.1 受理)

「比較」がある認知現象に関する 新たな視点をもたらす

京都大学霊長類研究所 兼子峰明

Comparisons bring a new insight into understanding of cognitive processes

TAKA AKI KANEKO

Primate Research Institute, Kyoto University

「比較」から何を得ようと言うのか。具体的な例をあげて考えてみる。例えば「模倣」という現象。ヒトを対象とした研究では、模倣 (imitation) は単に他者の行動を模することとされてきた。ところがヒト以外の動物を対象とする研究者は、模倣をさらに「imitation」・「emulation」・「mimic」と区別した。そしてヒトに返ってみると、発達ステージごとに異なる方略の「まねる」が行われている可能性が示され、より詳細な発達過程を描けるようになってきた (Tomasello, Davis-Dasilva, Camak & Bard, 1987; Nielsen, 2006)。「比較」することによって何をえられるか。私は、ある認知過程を異なる種で比較することによって、その現象の今まで見えなかった

側面が、新たに見いだされる可能性があるということ強調したい。「心の理論」(Premack & Woodruff, 1978) など、ヒト以外の動物を見ていたからこそ得られた概念である。

比較認知科学のある教科書 (藤田, 1998) の冒頭では、この分野の目指すところとして心の進化史を明らかにするということが挙げられている。しかし、現実的には認知機能の進化史や適応という問題に対して、直接何らかの仮説を検証できるようになるにはまだ少し時間が必要だと思われる。いくらかの予測を立てることは可能であろう。しかし厳密に検証しようとするれば、より多くの現生の種を体系的に比較する必要がある。後藤・牛谷 (2008) らが述べるように、長期的展望にたち戦略的に (アプリアリに進化に関する仮説をもとに) 対象とする動物種を増やしていく必要があるだろう。対象動物を飼育しつづける比較認知科学の方法論においてこれは難しい問題だ。研究題目ごとに対象種をとっかえひっかえしていくよりも、同じ動物・同じ個体と長く付き合いながら研究を続けていくというスタイルにこれまで馴染んできたように感じる。

実際に、先の教科書の続く後の章において、進化に関して直接議論している部分はあまり多くはないように思う。ある認知現象に関する、個別の動物種における記述が多くを占める。これではたとえ明確な長期展望があったとしても、時に比較の意義がぼやけかねない。現状は、ある認知過程に関する動物界の多様なあり方を明らかにする、ヒト (あるいはヒト以外のとある動物) の認知機能がどういった意味で特別で、どういった点では普遍的なのか、そう思うことが整理できてくる段階にあるように思う。

その過程で、ある認知機能の思いもしなかったような視点が得られたり、ある概念がより精緻化されたりすることがある。冒頭に述べたようなケースだ。比較におけるこのような側面も主張すべきであると私は考える。このような形であれば、分野を超えて他の領域の学問にまで影響を与えるような成果がすでにある。具体例を示すことができ、現在及び近未来における「比較」の意義をよりもっともらしく思うように思う。ただしこういうものは、ある展望にもとづいて体系的に研究したからといって発見できるものではないだろう。また、ロボットやヒトの子供を対象としても同じような効果が得られるだろうという議論が成立し、比較認知科学をそれらと差別化しえない。これらの理由から分野の大旗とはなりえない。ただ、すでに実例があるというのは強みだ。したたかに歴史的事実を沿えて、比較の意義の一つとして掲げて悪くないと思う。

(2008.3.12 受稿, 2008.3.27 受理)

「普遍論的アプローチ」と 「進化論的アプローチ」は対立軸か？

京都大学文学研究科 藤田和生

Generalist approach and evolutionist approach: Do they compete?

KAZUO FUJITA

Graduate School of Letters, Kyoto University

後藤・牛谷（2008）は、「普遍論的アプローチ」と「進化論的アプローチ」を対比させ、それぞれにおける「比較」の意味を「比較」し、検証し直すことから、新たな研究の枠組みを提案している。極めて啓発的かつ生産的な議論であり、拍手を送りたい。

ただ、比較認知科学を標榜する1人である私は、上記2つの立場を対立するものとは捉えていない。比較認知科学はその両者を包摂しているからである。普遍論的アプローチが探究するのは多様な種の共通特性であり、それは進化論的アプローチにおいては、それらの共通祖先が持っていた特質、あるいはそれらが受ける共通の選択圧の結果であろうと解釈されるだけのことだ。（対立軸は「学習か認知か」により鮮明に現れるが、この点は後藤・牛谷論文同様、別の機会に譲る）

いずれのアプローチを取るにせよ、種比較は必須である。普遍的原理を導くためには、多様な種を多様な条件で比較する作業が必要である。もし普遍論者が文字通り「比較を拒絶する」のだとしたら、それは科学を拒絶することでしかない。条件づけの原理や強化スケジュールの効果は、系統的に遠く離れた多様な種で共通に認められたからこそ、普遍性を持つ原理として認識されている。地球上のすべての種に当てはまる普遍的原理は、DNAの複製規則や塩基とアミノ酸の対応などごく限られるだろうから、普遍的原理はそれが妥当する範囲をも明らかにされねばならない。種比較はそのために必須である。

とはいえ、1人の研究者が多様な種を相手にするのは容易ではない。実際には1つの種の行動を分析する場合の方が多からう。しかし学会の研究発表が「任意の種と現象をつなぎ合わせた」ものであったとしても、その研究を多様な種の中に位置づけて考察することによって、学問全体としては比較研究が可能なはずである。これは普遍論、進化論を問わず同じことである。

種の特性は、系統発生的制約と生活史的制約の両者の主効果と相互作用で決められる。個体特性の場合は、さらに個体の年齢や経験、健康状態などが要因として加わる。心の働きも例外ではあり得ず、そ

れが心の多様性（藤田，2004；Fujita & Itakura，2006）を生む。比較認知科学の目標は、多様な心とこれらの要因の関数関係を明らかにすることである。これは普遍論的アプローチによる心の多様性の理解とも言える。いかに適切なパラメータをこの関数関係に組み込み、種の特性を予測するか。比較認知科学は、それをいま、多様な系統の多様な生態的地位に生きる種を比較しつつ、明らかにしようとしているのだ。それが心の進化を解明することなのである。例えば *J. Comp. Psychology* の現在の編集長である Burghardt（2005）は、哺乳類から無脊椎動物に渡る多様な系統の動物種に見られる遊び行動の証拠を、運動遊び、社会的遊び、性的遊びに分けて整理し、遊びを生み出す要因を論じている。

後藤・牛谷（2008）は、将来の研究の枠組みとして、究極要因を第1層、至近要因を第2層（中間層）に組み込んで、その出力としての行動をパスダイアグラムで表すアプローチを提案している。そしてそのパス解析の手段として「比較」を位置づけている。これは上記関数関係を図式として表したひとつの形と言え、比較認知科学の枠組みを可視化したものといえる。意識的な比較、組織的な比較が、心の進化を知るためにいかに重要であるかをこのシエマは教えてくれる。

（2008.3.12 受稿，2008.4.3 受理）

領域間共通モデルの意義についての考察¹

京都大学・日本学術振興会 中村哲之

Discussion on the significance of cross-domain models

NORIYUKI NAKAMURA

Kyoto University &

Japan Society for the Promotion of Science

私は、ヒトとは系統発生的に遠縁種のハト及びニワトリの錯視知覚を、ヒトのそれと比較することにより、知覚メカニズムの進化過程を種の系統や生活史の関連から捉えようとする、標的論文内の表現を借りれば「進化論的アプローチ」の立場に立って研究を進めている。そのため、標的論文（後藤・牛谷，2008）第5節で提示された、選択圧の変数を究極要因に組み込んだモデルは、自らが考えているものに近く、特に違和感なく受け入れることができた。こ

1 本論文は日本学術振興会科学研究費補助金（19・7134，研究代表者：中村哲之）の支援を受けた。

のモデルは、評価・洗練の段階で種間比較が必須となってくることからも、進化論的アプローチの研究者には理解しやすいのかもしれない。逆に、普遍論的アプローチの立場からすれば、究極要因に選択圧の変数を組み込むべきかどうかという議論もあるかもしれないし、いくら他の自然科学の分野との整合性（標的論文第3節）を保つためとはいえども、どちらかといえば進化論的アプローチ寄りのモデルという印象を受ける可能性もある。

このモデルが、異なる立場の研究者間に存在する溝を埋める役割を果たすためには、普遍論的及び進化論的両アプローチの問題点をバランスよく解消する必要がある。普遍論的アプローチに対しては、標的論文第3節にあるように、選択圧の変数を考慮することで、一部の複雑な理論が簡潔になるという役割をこのモデルは果たすだろう。進化論的アプローチの抱える問題点、すなわち進化的分岐や適応論的解釈を考える際に生じうる論理の飛躍や偏り（標的論文第4節）については、究極要因・至近要因の変数をどのようにモデルに組み込み、絞り込むかを具体化することで解消できるだろう。標的論文 Figure 4a は、選択圧（究極要因）と学習／認知過程（至近要因）の変数を組み込んだダイアグラムの一例だと思うが、他にも社会性や生活環境（究極要因）、身体的特徴や脳構造及び神経メカニズム（至近要因）など、種比較研究を行う際に標的行動の説明要因になりうるさまざまな変数を組み込んだモデルを具体的に図示することで、より適切な解釈への助けになるだろう。幾つかの変数を組み込むので、因果関係のパスだけでなく、パス解析ではおなじみの、相関関係をモデルに加えるべきかもしれない。また、究極要因や至近要因内で階層が生じてしまう可能性（例えば、社会性の変数自体がなんらかの選択圧の影響を受けているなど）については、初期のモデルでは容認し、洗練していく段階で単純化を図るのがよいのではないか。

変数の選別はどのように行うべきであろうか。説明変数となりうるものはできるだけ入れておくことは必須であるし、変数が多ければそれだけある行動について、より細かく説明できるだろう。しかし、いくら初期のモデルであるからといって、やみくもに変数を増やせばそれだけモデルが複雑化し、それを評価・洗練するのは大変になってしまう。最初から、ある程度重要と思われる変数の絞り込みが必要である。そのためには、研究者自身興味のある変数に加え、自身とは異なる分野の知見から提供される変数を予め把握しておくことが要求される。

とりわけ「若手」研究者にとっては、自身の研究領域の知見を押さえるだけでも大変な場合が多いが、

独りよがりの研究にならないためにも、周辺領域との対話は重要である。立場を異にする者とのやりとりは、その根底にある考え方や価値観の違いからしばしば難航するものであるが、領域間共通のモデルや枠組みがあれば、逆にそれを利用することもできる。こうした枠組みは、個別の実験デザインを組み合わせる際に、自身の研究の位置づけを再確認することにも役立つであろう。

(2008.3.12 受稿, 2008.3.30 受理)

比較の共通理解とは何か

慶應義塾大学 丹野貴行

What is the common understanding of comparative approaches?

TAKAYUKI TANNO
Keio University

後藤・牛谷 (2008) は、“比較”というものを通して行動という現象を研究する場合に、そこに共通理解が成り立っていない現状を問題視し、次の2点を主張するものである。すなわち(1)比較を用いている研究は普遍論的アプローチと進化論的アプローチに分けられる、(2)後者のアプローチこそが比較研究の第一の目的であるべきである、の2点である。そしてこれに対するここでの意見は、前者には支持であるが、後者にはやや異論があるというものである。以下、その見解に至った理由について述べていく。

まず(1)の主張は、著者ら自身が認めているように、比較に対するこれまでの考え方を整理しなおしたものである。究極要因と至近要因という用語を使用している点からもこれはうかがえる。この意味では(1)の主張は、むしろ教科書といった印象も受ける。しかしそれは良い教科書である。全体のアプローチを進化論的なものと普遍論的なものとして分類・命名したことは、整理された理解をもたらしてくれる。また比較認知科学と連合学習の対立軸はむしろ認知の捉え方の違いであるとして、それとは別個に扱っている点も、事態をより分かりやすくしている(Shanks (2007) も同様に、認知のモデルとして表象計算モデルと連合学習モデルがあるのだという観点から随伴性判断を論じている)。そしてそういったものから導かれた Figure 4 の研究の枠組みは、現在行なっている比較研究がそのどちらの要因を検討しているのかの自覚を促し、かつそうではないアプローチとは補完的な関係にあるのだということを意識させるうえで、大いに有効であろう。

しかしながら(2)の主張は、比較の共通理解という著者らの当初の意図とはずれているように思われる。比較は手段であって目的ではない。(2)の主張は極論すれば、比較をするからにはまず進化論的アプローチであるべきだというものであり、手段と目的を逆転させてしまっている。異なる目的のために比較を用いても良いはずである。普遍論的アプローチに対し進化論的アプローチを重視することは、研究の目的そのものの是非を問う、次元の異なる議論である。むしろ2つのアプローチが共存していることを示すFigure 4こそが、その共通理解として十分なものであるように思われる。

ただし最後に、(2)のような主張に至った背景については分からなくもないという点も併せて述べておきたい。著者らは“慎重な追試によってなお種差として現れる実験結果に対して、いつまでも究極要因の説明を拒むのは”（81ページ）と述べている。この表現だけを見ればそれはもちろん誤解であり、環境条件を重視する行動分析学でさえそれを拒んでなどいないと反論しておく（Skinner, 1974）。しかし究極要因を認めるか否かと、科学的定式化において究極要因を正当にモデルに組み込んでいるかどうかということとの間の差は大きい。そして著者らの極端な主張の真意は、恐らくはその後者がいまだ十分ではないことを指摘するものなのではないだろうか。これは自戒の念を含めてだが、たとえ究極要因の項がモデル式に入っていたとしても、普段の研究においてその項の重み付け係数を限りなくゼロに設定しているならば、その要因を考慮しているとは言えないであろう。

（2008.3.14 受稿，2008.4.2 受理）

もうひとつの「進化論的アプローチ」

名古屋大学 柴崎全弘

Another “evolutionary approach”

MASAHIRO SHIBASAKI

Nagoya University

後藤・牛谷（2008）は、動物心理学における研究スタイルを「普遍論的アプローチ」と「進化論的アプローチ」とに分けて議論している。しかし、このどちらにも含まれないアプローチが存在することを指摘しておきたい。たとえば M. E. Bitterman や M. R. Papini は、学習の基本原理は連合であると見做している点では普遍論者であるが、学習の機構の分岐（divergence）を見出すために積極的な種間比較を

行なっている点では進化論的アプローチに分類される。しかし、種間で見出された差異に対して、必ずしも適応論的な解釈を行なわないという点では、後藤・牛谷（2008）の定義する進化論的アプローチとも異なっている。

後藤・牛谷（2008）の定義する進化論的アプローチの主要な目的は、学習や認知処理がどのような自然選択圧によるものなのかを検討することであるとされている。このような目的の下では、適応的な機能のはっきりしない学習の研究は意味をもたないことになってしまう。しかし、Papini（2006）は学習の機能ではなく機構に注目した進化論的アプローチも必要であると述べている。このアプローチでは、種間で学習パターンの分岐がみられるかどうかの検討、さらに種間で類似した学習パターンがみられた場合には、そこに潜在する機構も同じなのか、それとも異なる機構が潜在しているのかを検討することが目的とされる。

機能に注目した進化論的アプローチと機構に注目した進化論的アプローチでは、比較する種の選択や課題の選択において顕著な違いがみられるように思われる。機能に注目するアプローチでは、系統発生的に近縁でありながら異なる選択圧を受けていると推測される種を選び、さらにその選択圧の影響を調べるのに適した課題を用いるのが一般的である。しかし、機構に注目するアプローチでは、種の選択に関してはほとんど制約がなく、「魚類と哺乳類」といった綱のレベルでの比較や、「脊椎動物と無脊椎動物」といった門のレベルでの比較さえも行われる。用いる課題に関しては、結果を比較する必要性から、すでに他の動物種でのデータが蓄積されている課題が選ばれることになる。たとえば、もともとラットを被験体として研究されてきた部分強化消去効果（PRE: 連続強化で訓練された群よりも部分強化で訓練された群のほうが、消去抵抗が高くなる現象）は、その後、キンギョやカメ、ミツバチなど、多くの動物種において研究されるようになり、この現象の背後にある機構が系統発生のどの段階で生じたものなのかが明らかにされつつある（Bitterman, 2000 ; Papini, 2006）。

PRE に関する過去の研究は、その現象の背後にある機構の解明を目指したものか、あるいは種間の行動パターンの差異を見出すための尺度として利用したものがほとんどであり、適応論的観点から研究されてきたわけではなかった。しかし、さまざまな動物種でのデータが蓄積されるにつれ、現在では PRE の機構に関する適応論的解釈も試みられるようになってきている（Papini, 2006）。このことから、機能に注目するアプローチと機構に注目するアプローチと

は決して相反するものではなく相補的な関係にあるといえるだろう。

(2008.3.14 受稿, 2008.4.7 受理)

比較研究における多要因・多目的の意義

京都大学 渡辺創太

Importance of multi-factor and multi-goal in comparative study

SOTA WATANABE
Kyoto University

比較研究においてその意義が十分に認識・共有されていない現状に憂いた(標的論文序文)後藤・牛谷(2008)は、学習心理学の立場である井口・山崎の「普遍的アプローチ」を批判し、比較研究の第一の目的は選択圧について解明することであると主張している(標的論文第2, 第3節)。しかし、批判を受けた井口・山崎の研究領域である学習心理学に、比較認知科学者が学ぶことはないのか。また、後藤・牛谷は選択圧を比較研究の中心に据えているが、選択圧という動物の行動・認知に影響を与える一要因は、比較研究の中心たりえるのだろうか。そして、果たしてそもそも目的を共有することは比較研究において必要なことなのだろうか。本稿ではこれらの3点について考察する。

私達動物心理学者は、個々の事象から帰納的に一つの理論・仮説を構築する際、過度の一般化に対して警戒しなければならない。後藤・牛谷は、「普遍的アプローチ」に対して「究極的要因説明を拒むのは、科学的態度とは言えない」と厳しく批判している。このようなアプローチでは動物の行動・認知プロセスを学習メカニズムという種間で普遍的な要素に分解してしか説明できないからである。この件に関しては私も同感である。また、後藤・牛谷の提唱するパスダイアグラムのような模式図を念頭におけば、種・あるいは経験による効果のみにしか視野が向かないことから入り込んでしまう不要な袋小路を適切に回避できるであろう。学習心理学者は、系統発生上において異なる認知メカニズムが誕生した可能性を考慮に入れ、自らの研究結果がどの種にまで帰納可能なのか積極的に考察すべきである。しかし一方で、比較認知科学者も学習心理学に学ぶものがある。後藤・牛谷は種間比較研究をパスダイアグラムにより視覚的に整理した。比較認知科学において、選択圧(ダイアグラム第1層)についての考察は活発になされているが、個体に対して短期的でより直接的

な影響を与えるであろう要因(ダイアグラム中間層)についてはあまり研究がなされていないのが現状である。その方法論や研究成果などで比較認知科学に導入可能なものは積極的に参考にすべきであろう。

さらに、後藤・牛谷は、進化論的アプローチの最終目的は、行動や認知的処理がどのような選択圧によって進化してきたかを特定することであるように述べている(標的論文第2節第4段落)。しかし、比較認知科学の意義は一部の選択圧を解明することに対してのみ存在するわけではない。種間に共通する普遍的メカニズムを解明することもまた、比較認知科学の大きな目標ではないのか。選択圧について意識を向けることは重要であろうが、後藤・牛谷らも触れているとおり、選択圧以外にも動物の行動・認知特性に少なからず影響を与える要因は多数存在する。

後藤・牛谷は、比較研究においてその意義が十分に認識・共有されていないことを疑問視する。確かに、様々な対象に興味のある研究者同士が各自にとっての比較研究の意義を明確にすることは必要であろう。しかし、研究者同士で研究意義を共有することは、その方向の研究を進める上では促進剤となるであろうが、その他の方向の研究を間接的に抑制し、結果として比較研究をかえって偏狭なものにするのではないか。渡辺(2000)は、比較認知科学のめざすものは大きく2つに分けて選択圧の解明と進化史の再構成であると主張する。ましてや比較研究は比較認知科学だけではない。比較研究と一口に言っても、その目的は実に多様である。私達動物心理学者は、その多様性の強みと魅力とを、他のどの学問領域の研究者よりもよく知っているのではないだろうか。

(2008.3.14 受稿, 2008.3.21 受理)

比較すべきは「認知」だけか？

鹿児島大学 富原一哉

Does only cognitive process matter?

KAZUYA TOMIHARA
Faculty of Law, Economics, & Humanities,
Kagoshima University

後藤・牛谷(2008)は、動物の行動がどのような選択圧のもとで進化してきたかを調べることを比較研究の第一の目的としているが、このためには「認知過程の比較」だけでなく、「環境内で生体が示す行動全体の比較」とそれを制御している「中枢神経系

の比較」を加える必要があると考える。

いわゆる「動物心理学」において、「比較(comparative methods)」は決して近年において成立したものではない。逸話的方法ではあるが、すでに進化論の成立期に、提唱者である Darwin 自身やその後継者とされる Romanes が人間と他の動物との比較によって心的能力の進化を論じている (see Boakes, 1984)。したがって、その意味では後藤・牛谷 (2008) の主張する「種間比較によってその特性の進化過程を特定する『進化論的アプローチ』」はむしろ古典的な比較心理学の手法といえる。

しかしながら、近年における「比較」には、このような古典的立場以上の意味が存在することも事実である。「比較認知科学」を含めた近年の比較研究は、1980～1990年代にかけて「学習の生物学的制約」に対する説明として登場した「生態学的妥当性」を重視した研究の流れを汲むと考えられる。藤田 (1990) が述べているように、「生態学的アプローチ」の本質は、「生物学的制約」を単に「一般性」に対する「例外」として扱うのではなく、「環境に適応してきた結果」としてその種の進化の中に位置づけることにある。そして、この「環境への適応」による自然選択は「個々の行動に対して」ではなく、それらが統合された「最終効果に対して」作用する (藤田, 1990) のである。したがって、特定の行動過程の進化を論じる場合には、生態学的場面において他の行動や機構とどのように関連しながら最終効果を生み出しているのか、つまり環境内で生体が示す行動全体の中にその行動過程を位置づけておく必要がある。そもそも動物は、学習実験のために作られた装置の中においてさえ「学習」や「認知」だけを行うことはない。そこには動機づけ機構や環境刺激評価に関わる情動過程が常に作用し、学習過程に強い影響を与えている。学習の一般法則の研究であれば、このようなシステムは単に統制すべき要因に過ぎないであろう。しかしながら、生態学的視点から行動の進化を位置づけるという目的からは、それらのシステムがどのような役割を果たしているのかが、そこで行われている学習の生態学的意義を理解する上で重要な意味を持つ。

もう1つの「中枢神経系の比較」の有用性については、すでに多くの指摘がある (e.g. 渡辺, 2002) が、さらにもう1つの利点を加えたい。行動は化石にならないため、その進化過程の証明は非常に困難とされてきた。しかし、近年の遺伝子改変技術の発展は「行動の進化過程」のより直接的な証拠をもたらす可能性を持っている。例えば、複婚性の雄のアメリカハタネズミの前脳腹側領域 (ventral forebrain) ヘヴァソプレシンの V1a 受容体遺伝子を導入すると、

一夫一婦のプレーリーハタネズミと同じようにつがい形成を行う (Lim, Wang, Olazábal, Ren, Terwilliger, & Young, 2004)。この結果は、V1a 遺伝子の発現調節がつがい行動の進化に重要な役割を果たしていることを示唆している。この研究の基礎にあるのは言うまでもなく「行動」と「中枢神経系」についての「比較」である。

もちろん、1人の研究者がこの全てを行うことは不可能である。しかしながら常に生態学的視点を持って研究を行うのであれば、実際に行うのはその一部であっても、充分に行動の進化に対する知見をもたらさうものと考えられる。そのためには多くの分野の研究者が充分に交流できる場が必要となるだろう。かつて American Psychological Association には *Journal of Comparative & Physiological Psychology (JCPP)* という雑誌があったが、現在は *Journal of Comparative Psychology* と *Behavioral Neuroscience* に分かれている。学問の細分化は時代の流れであるが、日本動物心理学会にはかつての *JCPP* の様な役割を果たしてもらいたいと期待する次第である。

(2008.3.15 受稿, 2008.3.24 受理)

行動を結果による選択により定義した 研究視点からの仲裁

慶應義塾大学 八賀洋介

Mediation from behavioral research in view of selection by consequences

YOSUKE HACHIGA

Keio University

学習性行動を対象とする研究者は被験体の遺伝的制約の軽視・無視をするという論旨により系統発生を対象とする研究者から批判を受ける。これは昨今始まったことではない。古くは Beach (1950) が “Many ... appear to believe that in studying the rat they are studying all or nearly all that is important in behavior” と苦言を呈している。しかし、生物学の過去の研究の歴史には単一種 (あるいはせいぜい 2, 3 種) を集中的に研究することから生じた重要な発見があることも事実である (Skinner, 1966)。たとえば, Mendel はエンドウ豆の研究から遺伝の法則を発見し, Thomas Hunt Morgan はショウジョウバエの研究から遺伝学を発展させた。Sherrington は神経系の統合作用をイヌとネコで研究し, Pavlov はイヌで大脳皮質の生理活動を研究した。これらの発

見を鑑みるに上述の批判が常に正鵠を射るわけではないことがわかる。

その一方で、筆者は長期的プロトコルにおいては、種の進化及び個体の学習の両要因を考慮する必要があるという後藤・牛谷（2008）の最終提案に賛成する。Skinner（1981）は実験的行動分析学の立場から同様の展望を行い、（人間の）行動は（1）種の自然選択を引き起こした生存条件（生存の随伴性）、（2）種のメンバーの行動レパトリー獲得を引き起こした強化条件（強化の随伴性）、（3）言語行動が絡むことで高度に進化した社会環境が維持している条件（社会的随伴性）、それらの複合的産物であると述べている。後藤・牛谷論文における進化論的アプローチの最終目的は系統発生的進化を生み出した選択圧を検討することであるのならば、この3つの分類における（1）に該当し、このレベルでは種間比較が研究対象となる。

最終的には（人間）行動の理解のために3つのレベルの変異と選択のプロセスを検討する必要がある、その意味でいずれのレベルも研究対象となりうる。ただし、（1）は何億年単位で、また、（3）は数千年単位ですでに起こっており、変異が起きて選択されるプロセスは推測によって再構築することが多いが、（2）は実験的操作により変異と選択を時々刻々に観察可能である。この利点のために実験的行動分析学は（2）のレベルを重視してきた。このレベルでは異なる随伴性下で比較された個体の行動が研究対象であり、種の進化に対してどのような選択圧が与えられたのかを検討しているわけではない。

以上から、種間比較を重視する研究が種のレベルから変異と選択のプロセスの解明に向けた意義を持つことに疑いは挟まないが、種間比較を重視せず、強化に感受性のある個体の行動レベルで変異と選択のプロセスを解明するアプローチが自然科学へ貢献できないという証拠はない。後藤・牛谷論文では比較重視と軽視の両アプローチを対立させて捉えているが、研究の対象となるプロセスのレベルが異なっており、科学的方法として優劣があるわけではない。

（2008.3.15 受稿, 2008.4.2 受理）

個体内の「過程」としての種差

名古屋大学 石井 澄

Species differences as reflection of internal processes in individual animal

KIYOSHI ISHII

Graduate School of Environmental Studies,
Nagoya University

普遍的な理論の探究は、関連する諸事実という色も形も異なる多様なビーズ球をまとめるための一本の糸（基本的概念）を探す試みにたとえられる。ビーズ球を集めることのみで満足するのなら別だが、何らかの普遍的な説明を求めることが研究領域をパラダイムとして確立するためには必要である。しかし動物の認知的行動の種差には、認知過程以外にも様々な側面が関与しており、それらによってさらに多様性が増大するビーズ玉のすべてをまとめることができる糸を発見することは容易ではない。

後藤・牛谷（2008）は、行動の種差に選択圧という概念の糸を通す試みを提案している。そして、従来の「適応の意義」という単なる後付けの解釈を克服するために、総体としての選択圧が多様な要因から構成されると仮定し、各要因を1-0ではなくかつ種間で比較できる「選択圧の変数」として表現する、予測性をもつモデルの必要性を主張する。しかし、この主張はその具現化という難題それ自体に加えて、関連する以下のような問題を含んでいるように思われる。

後藤らは、学習・認知過程のモデルに種に関する変数を導入しても意味がないと断言しているが、彼らも認めているように、選択圧という変数は多次元的で非常に複雑な表現を必要とするため、それを認知過程と区分して検討しても必ずしも単純なモデル化に繋がるとは思われない。また、たとえば長い訓練の後に実験者が任意に決めた人工的でかつ限定的な数の刺激間の序列化（推移的推論）が獲得されたとしても、それがその種本来の適応価をどこまで反映しているのかという疑問は、「自然場面では検討できない」という理由では解消されない。

むしろ、現存の個体が実験室内で示す高次行動の多くは、選択圧が進化させてきた脳の特性に規定される面があるとはいえ、それも含め個体の内部で経験効果として生じる認知過程の特質を反映しているのであると考えることが一次元的な理解をもたらす。さらに、たとえば様々な種に関する認知行動の研究が、実際にはラットなど特定種に関して効果的であることが知られてきた訓練技法を援用するという事

実は、研究者が種間で共通過程の存在を暗黙の前提としていることを示唆している。であるなら、そのような共通過程（ただしそれらは連合に関連する概念で記述される必要はない）に関する考察を棚上げにして種間での行動の比較は成立しないように思われる。

この点に関して後藤らは、種差の説明を認知過程の問題から切り離して議論すると述べる一方で、いくつかの例について選択圧という機能論的説明の利点を過程論的説明と対立させて強調している。しかし、両者は説明の次元が異なるため、一方による説明が他方の妥当性を否定することにはならない。すなわち、たとえば適応価の違いはある種にとっての当該事態に含まれる手がかりの明瞭度の値として過程モデルのなかで表すことができ、逆にその種差の原因を選択圧によって適応論的に解釈することも可能となる。換言すれば、異なる次元の説明概念をつなぎ合わせたモデルはたしかに説明の幅は広がるが、その内部での説明の循環という危険性が生じる。

動物の行動に関しては、それをどのように理解するかによって様々な説明の次元が考えられるが、その包括性と検証可能性は一般に背反する宿命にある。前者を重視する一つの方略は複数の概念を持ち込むことであるが、上述の理由からそれらは同じ次元のものであるべきである。したがって、適切な概念とその組み合わせを発見するためには、まずは認知的行動をしている「その動物のなかで」何が起きているのかについて想像力を働かせ、その体系的な記述を試みるのが重要であろう。

(2008.3.16 受稿, 2008.3.29 受理)

引用文献

- Adkins-Regan, E., & MacKillop, E. A. 2003 Japanese quail (*Coturnix japonica*) inseminations are more likely to fertilize eggs in a context predicting mating opportunities. *Proceedings of the Royal Society of London B*, **270**, 1685-1689.
- Beach, F. A. 1950 The Snark was a Boojum. *American Psychologist*, **5**, 115-124.
- Bitterman, M. E. 2000 Cognitive evolution: a psychological perspective. In C. M. Heyes & L. Huber (Eds.), *The evolution of cognition*. Cambridge, MA, MIT Press. Pp. 61-79.
- Boakes, R. 1984 *From darwin to behaviourism: Psychology and the minds of animals*. Cambridge University Press. [邦訳：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]
- Boesch, C. 2007 What makes us human (*Homo sapiens*)? The challenge of cognitive cross-species comparison. *Journal of Comparative Psychology*, **121**, 227-240.
- Burghardt, G. M. 2005 *The genesis of animal play: Testing the limits*. The MIT Press.
- Carroll, L. 1876 *The hunting of the snark*. London: Macmillan. 高橋康也（訳）2007 スナーク狩り。新書館。
- Domjan, M. 2005 Pavlovian conditioning: A functional perspective. *Annual Review of Psychology*, **56**, 179-206.
- 藤田和生 1998 比較認知科学への招待—「こころ」の進化学—。ナカニシヤ出版。
- 藤田和生 2004 21世紀の心理学に向けて—多様性心理学の展開—。基礎心理学研究, **22**, 193-199.
- Fujita, K., & Itakura, S. (Eds.) 2006 *Diversity of cognition: Evolution, development, domestication, and pathology*. Kyoto University Press.
- 藤田統 1990 行動の適応と進化—行動研究における生態学的アプローチ— 動物心理学研究, **40**, 2-17.
- 後藤和宏・牛谷智一 2008 動物心理学における「比較」論争の整理と展望。動物心理学研究, **58**, 77-85.
- 小牧純爾 2000 心理学実験の理論と計画。ナカニシヤ出版。
- Lett, B. T. 1980 Taste potentiates color-sickness associations in pigeons and quail. *Animal Learning & Behavior*, **8**, 193-198.
- Lim M. M., Wang Z., Olazábal D. E., Ren X., Terwilliger E. F., & Young L. J. 2004 Enhanced partner preference in a promiscuous species by manipulating the expression of a single gene. *Nature*, **429**, 754-757.
- Matthews, R. N., Domjan, M., Ramsey, M., & Crews, D. 2007 Learning effects on sperm competition and reproductive fitness. *Psychological Science*, **18**, 758-762.
- 中丸茂 1999 心理学者のための科学入門。北大路書房。
- Nielsen, M. 2006 Copying actions and copying outcomes: social learning through the second year. *Developmental Psychology*, **42**, 555-565.
- Papini, M. R. 2002a Pattern and processes in the evolution of learning. *Psychological Review*,

- 109, 186-201.
- Papini, M. R. 2002b *Comparative psychology: Evolution and development of behavior*. Upper Saddle River, New Jersey, Pearson Education Inc., publishing as Prentice Hall. [邦訳：比較心理学会（訳）2005 パピーニの比較心理学—行動の進化と発達。北大路書房]
- Papini, M. R. 2006 Role of surprising nonreward in associative learning. *Japanese Journal of Animal Psychology*, **56**, 35-54.
- Ratcliff, J. M., Fenton, M. B., & Galef, B. G., Jr. 2003 An exception to the rule: Common vampire bats do not learn taste aversions. *Animal Behaviour*, **65**, 385-389.
- Premack, D. & Woodruff, G. 1978 Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Science*, **1**, 515-526.
- Seligman, M. E. P. 1970 On the generality of the laws of learning. *Psychological Review*, **77**, 406-418.
- Shanks, D. 2007 Associationism and cognition: Human contingency learning at 25. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **60**, 291-309.
- Skinner, B. F. 1966 The phylogeny and ontogeny of behavior. *Science*, **153**, 1205-1213.
- Skinner, B. F. 1974 *About behaviorism*. New York: Vintage Books.
- Skinner, B. F. 1981 Selection by consequences. *Science*, **213**, 501-504.
- Tomasello, M., Davis-Dasilva, M., Camak, L., & Bard, K. 1987 Observational learning of tool-use by young chimpanzees. *Human Evolution*, **2**, 175-183.
- 友永雅己 2000 21世紀の日本の「動物心理学」。動物心理学研究, **50**, 193-194.
- 友永雅己 2007 ホミニッド認知科学の可能性—誰のための比較認知科学か—。生物科学, **59**(1), 32-41.
- 渡辺茂（編）2000 心の比較認知科学。ミネルヴァ書房。
- 渡辺茂 2002 何のための比較か。動物心理学研究, **52**, 21-27.
- ワイナー・J. 1995 フィンチの嘴—ガラパゴスで起きている種の変貌。早川書房。
- Wilcoxon, H. C., Dragoin, W. B., & Kral, P. A. 1971 Illness-induced aversions in rat and quail: Relative salience of visual and gustatory cues. *Science*, **171**, 826-828.