

氏 名	なか むら のり ゆき 中 村 哲 之
-----	------------------------

(論文内容の要旨)

本論文では、ハト、ニワトリ、ヒトにおける錯視知覚を比較することにより、比較認知科学的視点から、錯視知覚およびその背後にある視知覚メカニズムの進化過程や適応的意義について検討・考察をおこなった。

第1章では、錯視知覚の比較認知科学的研究の意義と問題について論じた。

第1節では、ヒトにおける錯視研究が、どのような立場からおこなわれてきたかを概観した。錯視は、ヒトの知覚系の特性をよく示す現象として、そして視知覚のメカニズムを解明する一つ的手段として、これまでに数多くの研究がおこなわれてきた。何百種類といった錯視図形が各文献で紹介され、こうした錯視のメカニズムに関しては、心理、工学、生理、物理、数理といった観点から、理論やモデルが構築されている。また、基礎研究から実生活への錯視の応用として、交通問題、芸術、デザイン、建築などへの利用も試みられている。

第2節では、ヒト以外の動物(以下、単に動物)における錯視研究とその意義をまとめた。ヒトに関しては膨大な量の錯視研究が存在する一方で、動物における錯視研究は非常に数が少なく、しかも、単なるデモンストレーションに終始する研究が大半であった。これまでの動物の錯視研究は、ヒトと同じ錯視が動物でも生じることを示そうという態度が大半で、ヒトと異なる結果に対しては、実験条件の不備として扱われる傾向にあった。しかし、動物の錯視研究によって、当該種の知覚システムの特徴を探ることが目的であるとすれば、種間の類似点だけでなく、相違点も明らかにすることが必要である。なぜなら、そのことが、ヒトとは異なる進化を遂げてきた結果として獲得した知覚システムの特徴を、種ごとに記述することにつながるからである。今後の錯視研究は、このような比較認知科学という観点から錯視を捉えなおす必要がある。

第3節では、錯視知覚の進化を探るためのアプローチ方法として、ハト、アカゲザル、チンパンジー、ヒトの4種を比較した、Fujitaらによるポンゾ錯視研究を取

り上げた。これら一連の研究から、ハト、アカゲザル、チンパンジー、ヒトの4種全てで錯視が生じるが、詳細を検討すると、他の霊長類に比べて、ハトは錯視量が著しく大きいことが示された。この種差を生んだ要因として、系統発生的制約や生態学的制約などが考えられたが、どの要因がどの程度影響しているかについて具体的には分からなかった。この問題に対する解決方策として、系統発生的制約については、ポンゾ錯視以外でもヒトと鳥類の間で相違点が生じる事例を探し、分析する必要があった。また生態学的制約については、同じ鳥類で、異なる生活様式をもつ種間の類似点と相違点を調べる必要があった。この2つの条件を満たすために、本論文では、ハト、ニワトリ、ヒトを用いた比較研究をおこなった。

第2章では、ハトとヒトにおける長さの同化及び対比現象の類似点・相違点を検討した。使用した錯視図形は、順・逆ミュラー・リヤー錯視図形の2種類であった。

第1節では、長さの錯視に関する知見をまとめた。ポンゾ錯視や順ミュラー・リヤー錯視など、ヒトで同化現象が生じる錯視に関しては、霊長類や鳥類などの種で知覚されていることを示唆する研究がある一方で、ヒトで対比現象が生じる線分長錯視に関する報告はこれまでになかった。同化・対比という観点から、動物の錯視研究をまとめていくことが必要であると考えられた。

第2節では、ハトとヒトにおける順・逆ミュラー・リヤー錯視研究として、4つの実験結果をまとめた。実験1, 2と実験4から、順ミュラー・リヤー錯視は両種で共通に生じているが、逆ミュラー・リヤー錯視はハトでは生じないことが示唆された。しかし、順ミュラー・リヤー錯視に関しても、詳細を比較するとハトとヒトで違いが見られた。ハトの方が錯視量がヒトよりも大きく(実験1と4)、また、内向矢羽図形(><)に対して、ヒトでは矢羽水平長と過大視量の間逆U字関係が見られたのに対し(実験4)、ハトでは、矢羽が長くなっても過大視量に減少がみられなかった。

第3節では、第2章のまとめをした。線分長錯視図形に対して、ハトにおいては、同化現象は生じるが、対比現象が生じていないことが示唆された。

第3章では、ハト、ニワトリ、ヒトの3種における、大きさの同化及び対比現象

の類似点・相違点を検討した。使用した錯視図形はエビングハウス・ティチナー錯視図形と同心円錯視図形の2種類であった。

第1節では、大きさの錯視に関する知見をまとめた。動物においても大きさの錯視知覚に関する報告が散見されるが、他の知覚現象と絡めた議論や、知覚システムの進化や適応的意義についての考察はほとんどされていなかった。知覚的群化や局所・全体志向的な情報処理傾向、同化と対比といった観点からまとめることにより、これらの議論や考察が可能になると考えられた。

第2節では、ハト・ニワトリ・ヒトにおけるエビングハウス・ティチナー錯視研究として、4つの実験結果をまとめた。3種全てにおいて、この錯視図形に対して錯視が生じていることが示唆された。しかし、ヒトでは対比現象が生じていた(実験4)のに対し、ハト(実験1と3)とニワトリ(実験2と3)では、ヒトとは逆方向の錯視、つまり同化現象が生じていた。ハトおよびニワトリが標的円以外の手がかりを用いている可能性について、さまざまな可能性を検討したが、どの仮説も本実験の結果を説明することはできなかった(実験1～3)。ハトおよびニワトリにおいては、同化現象は生じるが、対比現象が生じていないことが示唆された。

第3節では、ハト・ニワトリ・ヒトにおける同心円錯視研究として、4つの実験結果をまとめた。3種全てにおいて、この錯視図形に対して錯視が生じていることが示唆された。しかし、ヒトでは、標的円直径に対する誘導円直径比が大きくなるにしたがって、標的円に対する過大視量が減少した(実験4)のに対し、ハト(実験1)とニワトリ(実験2)においては、過大視量の減少は生じなかった。ハトおよびニワトリにおいては、同化現象は生じるが、対比現象が生じていないことが示唆された。

第4節では、第3章のまとめをした。一貫して、大きさの錯視図形に対して、ハトおよびニワトリにおいては、同化現象は生じるが、対比現象が生じていないことが示唆された。第2章のミュラー・リヤーの線分長錯視実験におけるハトとヒトにおける種差とも類似していた。

第4章では、ハト、ニワトリ、ヒトの3種における、鳥類における知覚的補間(ア

モーダル補間) に関する種差の再検討をおこなった。

第1節では、知覚的補間に関する知見をまとめた。知覚的補間のなかでもアモーダル補間については多くの研究があり、哺乳類や一部の鳥類においてもその現象が報告されている。しかし、ハトにおいては、数多くの否定的な研究が並ぶ。鳥類内でみられる、アモーダル補間に関する種差は、実験条件や各種の知覚特性の違いによって生じると考えられるが、詳細はよく分かっていない。そこで第4章では、ハトでアモーダル補間に否定的な結果を示した Fujita & Ushitani (2005) 及び Fujita (2001a) と同じ手続きで、ニワトリがどのような反応を示すかを調べた。

第2節では、ニワトリにおける視覚探索課題を用いたアモーダル補間の検討としておこなった実験結果をまとめた。ニワトリの結果は、先行研究におけるハトと類似した傾向を示した、つまり、アモーダル補間に対して否定的な結果を示した。

第3節では、ニワトリにおける線分長に対する条件性位置弁別課題を用いたアモーダル補間の検討としておこなった実験結果をまとめた。ニワトリの結果は、この実験でも先行研究におけるハトと類似した傾向を示した、つまり、アモーダル補間に対して否定的な結果となった。

第4節では、第4章のまとめをした。2つの実験ともに、ニワトリがアモーダル補間をしていることを示唆する結果は得られなかった。つまり、実験条件によっては、ニワトリもハトと同様の結果を示しうることが分かった。これまで、ハトにおける否定的な結果が、その種特有の情報処理様式によるものであるのか、あるいは、哺乳類と鳥類で知覚的補間のされ方に何らかの違いがあるのかについて、十分な検討はされてこなかったが、本研究結果は、少なくとも、後者の可能性があることを示唆するものであった。しかし、ニワトリ(あるいはヒヨコ)でも、絵画的奥行き手がかりを付加した実験条件や刷子込みを利用した実験条件では、肯定的な結果が示唆されていることを考えると、実験条件の違いがもたらす影響や、鳥類内でも種差がある可能性なども考えられた。

第5章では、一連の研究をまとめ、今後の展望について述べた。第1節では、第2, 3, 4章で行った実験結果をとりまとめた。第2, 3章の結果から、同化現象は、

ハト、ニワトリ、ヒトの3種で生じるが、対比現象は、ハト、ニワトリでは生じないことが示唆された。第4章の結果から、実験状況によっては、ニワトリもハトと同じようにアモーダル補間に否定的な結果を示すこと、つまり、ヒトでは全体志向的、ハトやニワトリでは局所志向的な情報処理を行う傾向があることが示された。こうした情報処理傾向の違いが、第2, 3章で示された、対比現象におけるヒトと鳥類との種差に関連している可能性が指摘できる。

第2節では、本研究の結果や先行研究から、錯視知覚の系統発生的制約と生態学的制約について考察した。第1節でまとめたように、本論文の結果からは、ヒトと鳥類において、情報処理傾向と対比現象における違いが示され、これらは、系統発生的な制約が影響していることが示唆された。生態学的制約については、今後、静止図形の他に運動図形を用いたり、あるいは、採餌場面や繁殖場面など多様な実験場面を設定したりといった、状況的・場面的な制約の影響を考慮したモデルを組むことによって考察できると考えられた。

第3節では、第2節で組んだモデルを、今後どのように発展させていくことができるかを論じた。本論文で取り扱った研究の最終的な到達点は、第2節で論じたようなさまざまな制約が、知覚現象全般に与える影響を解明することであるが、それに近づくための一つの方法が、錯視知覚や知覚的補間を知覚的体制化のなかの一現象として捉え直すことであると述べた。

氏 名	なか 中 むら 村 のり 哲 ゆき 之
-----	------------------------------

(論文審査の結果の要旨)

見るという行為は環境をカメラのように写し取ることではない。多くの場合、それは環境の中から意味のある事物を抽出する複雑で高次の認知的作業である。そのため我々は、しばしば形や色や大きさなどの環境の物理的性質を見誤ったり、時には存在しない幻を見てしまったりする。

錯視と総称されるこうした誤りは、我々の視知覚が他の処理をより効率よくこなすためにさまざまな制約を設けていることの表れと捉えることができる。逆に言えば、錯視は視知覚の特性を知るための絶好の素材である。

錯視は多くの研究者の興味を惹き、ヒトが経験する錯視に関しては莫大な資料の蓄積がある。しかし、ヒト以外の動物の経験する錯視については、研究は限られており、十分な資料が得られていない。いうまでもなくヒトの視知覚は進化の産物である。その進化史を明らかにし、ヒトの視知覚がなぜいまあるようなものであるのかを理解するためには、諸動物の錯視を研究することは極めて有効な研究手段である。本論文は、鳥類の経験する錯視を体系的に分析し、視知覚の進化に及ぼす諸要因を論じたものである。

第1章では、ヒト及びヒト以外の動物におけるこれまでの錯視研究が手際よく概観され、単なる例証にとどまらない体系的な動物の錯視研究の必要性が力強く提示されている。

続く3つの章で、ハトとニワトリを用いたさまざまな錯視現象の精密な実験的分析が展開されている。まず第2章では、最もよく知られた錯視の1つであるミュラー・リヤー錯視が分析された。これは線分の両端に矢羽を付加すると、矢羽の向きによって線分の長さが著しく異なって見える錯視である。ハトに線分の長さを分類させる課題を訓練した後、ヒトに錯視を生じさせる図形を提示してテストすると、ハトの長さ分類にはヒト同様のずれが生じた。他の攪乱要因の効果は細心の注意を払って棄却されており、世界で初めて、ハトがこの錯視を確実に知覚することが示された。

他方、矢羽を線分の端点から離していくと、ヒトでは錯視の向きが逆になるのだが、ハトでは決してそのようにならないことも明らかにされた。これらはいずれも極めて大きな成果であるが、それ以上に重要なことは、図形が周囲に存在する他図形に引きずられ、類似して知覚される「同化」と呼ばれる現象はハトでも生じるが、逆に差違が大きくなるように知覚される「対比」と呼ばれる現象が生じない可能性を示した点である。

第3章では、この「対比」がさらに強く作用することの知られているエビングハウス・ティチナー図形の知覚が分析された。これは円盤の周囲に大きな円盤を置くと中央の円盤が小さく、逆に小さな円盤を置くと大きく見える現象である。第2章と同様の手法でテストすると、ハトではヒトとは全く逆の錯視が知覚されているという驚愕の事実が明らかにされた。同じ手法でニワトリをテストすると、やはりヒトとは逆の錯視が示され、これが鳥類に共通の現象である可能性が示唆された。これらはヒトだけを対象に分析しては想像もつかない世界が、ハトやニワトリの視覚世界には展開していることを示した極めて重要な研究である。論者は、ダメを押すように同心円錯視という別の現象を分析して、やはり「対比」現象が生じないことを示している。

第4章では、隠蔽された図形の一部が自動的に補われて知覚されるアモーダル補間と呼ばれる現象が分析された。この現象は霊長類を始め多くの動物で確認されているのだが、ハトでは否定的な事実が多い。切り欠きのある図形の検出課題、線分長の弁別課題の2つの場面で調べたところ、ニワトリもアモーダル補間をしないことが示唆された。これらは、アモーダル補間をしないことと「対比」現象が生じないことの関連性を示唆する事実として重要である。

第5章において、一連の研究で得られた諸事実と先行研究が総合的に考察され、こうした視知覚特性の大きな種差が、脳構造の違い等による系統発生的制約と、種独自の生態の違い、及び刺激の運動の有無などの場面的制約によってもたらされる情報処理特性の違いによって理解されうることを論じ、視知覚特性を決めるこれらの要因の総合的な分析を多様な種を用いて展開することが重要であることを指摘し

ている。

本論文は、おそらくこれまでにおこなわれた中で最も体系的な動物の錯視の比較研究であり、長く研究史にその名をとどめることであろう。最大の美点は、その緻密さである。ひとつひとつの事実がゆるがない。ややもすれば面白いだけのデモンストレーションに終わりがちな動物の錯視研究を、確実な事実を粛々と積み上げることにより、見事な一体の塑像へとまとめ上げた論者の力量と努力に賞賛を送りたい。

もちろん問題点も指摘はできる。本研究で見いだされた錯視の種差は極めて印象的であるが、その理由の考察がやや物足りない感がある。また、視覚情報処理とその表れについては、それを生起させる要因が一般的に述べられているだけで、やや具体性に欠ける。しかしこれらは論者の慎重な姿勢の表れとも解釈できるもので、本論文で提示された諸事実は、今後の研究を進めるための確実な基礎を構築したものであるとして、何よりも重要な意義を付与されるべきであろう。

以上審査したところにより、本論文は博士(文学)の学位論文として価値あるものと認められる。2009年2月18日、調査委員3名が本論文とそれに関連したことからについて口頭試問をおこなった結果、合格と認めた。