

立教大学学術推進特別重点資金（立教 S F R）
プロジェクト研究（自由プロジェクト研究）
2004年度研究【経過・成果】報告書

研究課題	ヒトと動物における錯視的な“面”の認知とそのメカニズム		
研究代表者	所属・職名	氏名	
	立教大学文学部・教授	長田 佳久 印	
研究組織	所属大学名等・職名	氏名	
	マサチューセッツ工科大学 脳認知科学部・教授	Schiller, Peter, H.	
	ナイメヘン大学認知情報研 究所・教授	De Weert, Charles.	
	アイオワ大学心理学部・ポ スドク	長坂泰勇	
	立教大学文学研究科・博士 課程 1 年	本間元康	
	立教大学文学研究科・博士 課程 1 年	中田龍三郎	
立教大学文学研究科・修士 課程 2 年	澤邊充		
研究期間	2003 年度 ~ 2004 年度		
研究経費	2003 年度	2004 年度	総計
	3, 996 千円	3, 360 千円	7, 356 千円

研究の概要 (200~300 字で記入、図・グラフ等は使用しないこと。)

本研究は脳の視覚に関わる神経生理学的構造が類似しているサル類、系統発生的にかけ離れた鳥類と人間を対象として、錯視に関わる認知機能とその成立の機序を系統発生的観点から直接・詳細に検討することを目的とした。「神経生理学」、「比較認知科学」、「知覚心理学」という認知科学を支える大きな柱となる研究領域を横断的にカバーする研究を行い、以下の成果があった。①ヒトが知覚する「かたちの見え」がヒト、ヒト以外の霊長類、鳥類に共通した知覚現象であること。②その知覚現象はそれぞれの種で大きな違いのある脳というハードウェアにおいて、共通する脳内神経活動によってもたらされている可能性があること。③それらの知見は、本研究の特色である、「神経生理学」「比較認知科学」「知覚心理学」という3つの研究領域を横断的にカバーしたことにより、より堅固な科学的意義を持つに至ったこと。

キーワード (研究内容をよく表しているものを3項目以内で記入。)

[表面知覚] [比較認知] [脳内モデル]

研究【経過・成果】の概要 (図・グラフ等は使用しないこと。)

本研究課題では、大きく3つに分かれる一連の研究をそれぞれ3つの研究グループが担当し、並行して研究を遂行した。そこで研究の最終的な成果を各研究グループに分けて以下に報告し、最後にその総括を行う。

1) ヒトを対象とした知覚心理学的研究

本研究グループはヒトを対象にした実験研究を行い、「かたち」の生起に必要な表面の知覚および複数の重なる表面の知覚的な分離について検討を行った。その中でも特に透明視と非感性的補完の知覚的な相違について検討を行った。従来の透明視の研究では、透明視によって引き起こされる表面、すなわち”不透明な表面を覆っている透明な表面”を扱ってきた。しかし透明視の成立条件には、”覆っている”透明な表面の下に”覆われている”物体が存在していることが重要であると指摘されている(Nakayama, 1990)。ところで覆う表面が不透明である場合、覆われた物体の知覚には非感性的補完(amodal completion)といわれる現象が生じ、不連続な断片を一つの表面として知覚する(Kanizsa, 1979)。このように非感性的補完は、刺激断片の体制化によって物理的には知覚しない領域を補完する知覚現象であり、不可視領域の補完および対象間の重なり(奥行き)が知覚される。この非感性的補完も知覚心理学において表面と奥行きを知覚について活発な議論が行われている現象の一つである。そこで本研究では、それら二つの現象を直接比較可能な刺激を用いることによって、覆っている表面が透明または不透明な場合の覆われている対象の知覚について検討し、二つの現象の関係を考察した。本研究の結果から、被遮蔽表面の知覚に比べ、透明な表面に覆われた対象がより正確に知覚されることが明らかになった。透明視実験において、ターゲット刺激は透明なクロスハッチ(傾き45度と135度の格子線分を重ね合わせた刺激図形)を透過して知覚されるよう構成されているため、クロスハッチ線分の幅(CHW)の大きさに関わらずターゲット刺激の知覚について十分な情報が呈示されている。これに対し被遮蔽条件では、CHWの大きさに依存して可視刺激断片の大きさも変化し、CHWの増加に伴い図形を知覚するための情報が減少するため、正答率が低下したと推測できる。しかし被遮蔽輪郭実験と同様に透明視実験においてもCHWの増加に伴って反応時間が増加する傾向にあった。これは上の推測とは必ずしも一致しない結果である。なぜなら上述のように透明視における形の情報はCHWの変化に関わらず呈示されており、被遮蔽実験のように可視刺激断片の大きさの変化は起こっていない。しかし反応時間がCHWの大きさに影響されており、”透明な対象で覆われている”という現象が、”他の対象にまったく覆われていない”場合での現象とは知覚的に明らかに異なるものであると考えられる。本研究で検討した二つの現象は、共に奥行きおよび重なりを知覚を生じさせる。すなわち透明視に関係する奥行きや重なりは、まず非感性的補完に類似する知覚の体制化によって生じられ、形の知覚が起きる。その後、透明性の知覚が生起すると推測される。またこの二現象において正反応時間にわずかな差が見られたことも、透明視に段階的な知覚の体制化がなされている可能性を重ねて示唆した。

2) リスザルの視覚特性の知覚心理学的研究

本研究グループは、ヒトやアカゲザルといった視覚実験に一般的に用いられる被験体よりも、極めて脳容量が少ないリスザルを被験体とした。これは本研究で用いる視覚現象が脳の物理的構造による制約を受けているのか、あるいはリスザルの脳でも処理できる程、単純なメカニズムによって構成されているのかを明らかにするためであった。本研究では特に両眼視差とその他の奥行き知覚情報との相互作用を検討した。この目的のために、主に2つの下位課題について準備を進めてきた。ひとつはリスザルの行動実験に関するトレーニングであり、上記1)で示したヒトでの実験と比較検討する目的で同様のパラダイムを用いた実験を行った。現在までに得られたデータを総括すると、上記1)のヒトのデータと同様な傾向を持つ結果が得られ、リスザルがヒトと同様に透明視と非感性的補完を知覚できることが推測された。一方、もうひとつの下位課題はリスザル用モンキーチェアの開発である。これまでのリスザルの研究では、一般的なオペラントボックス内でフリーオペラントの状態で行われてきた。しかしこの状況では、

研究【経過・成果】の概要 つづき

両眼視差を操作する刺激をリスザルに正確に提示することは非常に困難であった。そこで(株)ハムリーとの協力により、リスザル用のモンキーチェアを開発した。2003年度の段階で完成品が研究室に到着し、2004年度にそれまでのリスザル用スキナーボックスに代え、このチェアを用いてリスザルのトレーニング・本実験を行った。トレーニング段階から、サルはチェアにすぐに慣れ、おとなしくしていた。これはサルに苦痛をほとんど与えていないことを意味する。トレーニング・本実験を進めていく段階でもリスザルの行動制御、反応取得等、当初懸念されていた点に関しても特に問題点は見られなかった。本研究によるリスザル用モンキーチェアの開発がリスザルを用いた知覚心理学的研究においてトレーニング・実験を簡便にし、実験者の負担を減少させたことが証明された。それだけでなく、リスザルにとっての負担も軽減することから、長時間の実験が可能になり、より多くのデータを取得し、研究をより有意義なものとするのが可能になった。なおこのチェアについては、現在本学の知的資源活用センターと連携して、特許実用新案等の取得申請を行っており、近日中に申請が完了することが見込まれている。

3) アカゲザルの視覚特性の視覚心理学的、神経生理学的研究

本研究グループは上記の知覚心理学実験の課題を遂行中のアカゲザルについて、その行動データと脳の活動を同時に記録することが、上の二つの研究と大きく異なる。すなわち「脳内神経活動」とその活動によって生じる「かたちの見え」を直接対応づけて検討する。本研究グループでは、運動視差による表面の知覚について両眼視差付加条件との表面知覚の相違を検討した。この一連の研究から、運動視差によってもヒトと同様に表面の知覚が生起されることが明らかとなった。また両眼視差情報が刺激に加えられると、両眼視差情報がより強力に表面の知覚を促進することが示された。さらに両眼視差情報と運動視差情報が互いに拮抗する情報を被験体に与える場合には、両眼視差情報の方が優位となって表面構造の知覚を形成することが示された。すなわち表面知覚における複数の情報が処理される場合に、各情報の線形的な加算処理は行なわれておらず、非線形な交互作用が生じていることをはっきりと示した。

また神経生理的な手法を用い、該当知覚処理が行われている脳領域を直接的に検討する実験が行われた。実験はいまだ継続中であるがほぼ終了し、その結果、現段階において初期視覚野(V1・V2領域)およびV4において両眼視差情報と運動視差情報に対応するニューロン活動の有無が確かめられた。これにより、前述した両眼視差情報の非線形性および両眼視差情報の優位性が神経生理的な実験から裏付けされたと考えられる。

4) ハトにおける視覚心理学的研究

比較認知的なアプローチは本研究の大きな特徴である。すなわち本研究の計画・申請の段階では多種の霊長類について比較を行うことを予定していた。本研究において、各霊長類(ヒト、アカゲザル、リスザル)の検討が進められていることは上で述べたが、さらにハトを被験体とした研究を行った。これはこれまでの比較認知研究において、様々な動物で非感性的補完がヒトと同様に知覚していることが示されてきたが、ハトにおいては20年間に行われた数件の先行研究においてその知覚が否定され続けたためである。我々が構築しつつある表面認知の理論からは、ハトが非感性的補完を知覚できないとは推測できず、したがってこれまでの先行研究の問題点を克服した新たなパラダイムによって研究を行った。その結果、ハトにも非感性的補完が生じているということを、世界で初めて明らかにすることに成功した。さらにこの実験からは、ハトが非感性的補完だけではなく、透明視の知覚をヒトと同様に行っていることが示された。すなわち、これらのハトの研究は、研究予定であった霊長類での種間比較という枠組みを超え、より広範な種でこのような視覚現象が共通して知覚可能であるということを示した。

以上、2年間の研究結果を総合し以下のように結論する。

- ①ヒトが知覚する「かたちの見え」がヒト・ヒト以外の霊長類・鳥類に共通した知覚現象であること。
- ②その知覚現象はそれぞれの種で大きな違いのある脳というハードウェアにおいて、共通する脳内神経活動によってもたらされていること。
- ③それらの知見は、本研究の特色である、「神経生理学」「比較認知科学」「知覚心理学」という3つの研究領域を横断的にカバーしたことにより、より堅固な科学的意義を持つに至ったこと。

※ この(様式2)に記入の、経過・成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び

※ 差し控え期間等を記入した調書(A4縦型横書き1枚・自由様式)を添付すること。