

氏 名	ないとうともゆき 内 藤 智 之
学位(専攻分野)	博 士 (文 学)
学 位 記 番 号	文 博 第 173 号
学位授与の日付	平成 13 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	文 学 研 究 科 行 動 文 化 学 専 攻
学位論文題目	上下視野における知覚の非対称性

論文調査委員 (主 査)
教 授 芋 阪 直 行 教 授 藤 田 和 生 教 授 櫻 井 芳 雄

論 文 内 容 の 要 旨

左右視野間での視覚情報処理の非対称性については、古くから研究が行われており、現在でも実験心理学の領域での1つの大きな研究領域となっている。左右視野の情報処理の質的差異は基本的には、左右の脳半球の機能差として説明される。一方、上下視野間での視覚情報処理の非対称性については近年まで、ほとんど研究がおこなわれていない。

最近、視覚刺激が呈示される位置が視野の上側か下側かによって、偏心度が同一であっても、その情報処理の機能に違いが認められることが報告された。これにより、上下視野での情報処理の機能的差異が注目されるようになり、この分野が新たな研究領域として考えられるようになってきた。

本論文は、視覚的情報処理において、上下の半視野間で非対称性があるという仮説のもとに実験をおこない、その事実を確認すると同時に、非対称性を形成する神経基盤やその原因になったと推定される生態学的要因を明らかにすることを目的としている。

さて、視空間は上下左右と奥行きの3次元を軸に認識されている。しかし、生体にとってそれぞれの空間軸に対する生態学的な制約は異なる。たとえば樹上生活を営むサルと主として地上生活を営むヒトでは上下軸にそった空間知覚には差異が生じると思われる。また、ヒトの場合、平坦な地上に立って地平線を眺めた場合を考えると、上半視野にはふつう空などのオープンな空間が開けており、遠方までの空間情報が表現されることが多い。一方、下半視野では自分の身体やその近傍空間、さらに地表面の情報などが観察されることが多い。このような生態学的制約によって、上下の空間軸における視覚情報処理に微妙な差異が生じてくることが考えられる。

ヒトの視覚システムの感度は初期視覚をつかさどる網膜と、脳皮質での高次機能との相互作用によって決定される。環境に適応した視覚システムは、観察頻度が高く情報価値の高い刺激に対して閾値を下げたり、システムが反応する範囲を調整することによって実現される。もし、上下半視野に反映される環境特性の違いが知覚に反映されているのであれば、初期視覚から高次視覚までの情報処理階層ではたらいっているシステムの刺激検出特性にその違いがあらわれるはずである。この点に関して、最近 Previc (1990) は大脳新皮質の腹側経路として知られる物体処理系が上半視野と、背側経路として知られる空間処理系が下半視野とそれぞれ機能的に対応しているという仮説を提唱した。前者は主に色彩、形態などの処理をおこない、後者は主に空間位置、運動などの処理をおこなう神経系と考えられている。1次視覚野および高次視覚野では上半視野は主として腹側に、下半視野は主として背側に脳内表現されており、この二分法は細胞構築学的には妥当性がある。しかし、この非対称仮説はその妥当性をめぐって論議が続いている。本論文は、この非対称仮説を視覚的注意及び運動視を指標として実験的に検討したものである。

第1章では研究の背景について概観している。第2章では、上下半視野間における高次情報処理の非対称性を生み出す基盤として、まず視覚的注意について検討を加えている。上下半視野に提示された視覚情報の属性に対する注意の効果を、色彩と方位によって定義される線分探索課題を用いて検討している。その結果、下半視野は上半視野より注意の効果が生じや

すく、検出閾値も低いことが見いだされた。第3章では、離れた2光点を時間間隔をおいて点滅させると、光点が運動したように観察されるという仮現運動の現象を用いて実験をおこなっている。ここでは、仮現運動刺激に対する検出閾値が上下半視野を表現する脳部位の活動を指標として計測された。脳の活動によって誘発される微弱な磁場を計測する脳磁図法により、背側処理系に属する皮質部位であるMT(Middle Temporal)野の活性化強度を刺激呈示中に計測した結果、上下半視野間で活性化の違いが認められた。しかし、この上下半視野差は上半視野優位であり、Previc(1990)の仮説と一致するものではなかった。また、上半視野における内向きと外向きの仮現運動の比較では、前者の運動に対してMT野が強く活性化を示すことが明らかになった。第3章の結果は、下半視野が必ずしも空間位置情報や、運動情報の処理に優れているわけではないことを示しており、機能の非対称仮説にも修正されるべき問題点があることを示す結果となっている。第4章ではランダムドットパターンを継時的に提示することにより得られる、ランダムドットキネマトグラム(Random dot kinematogram:RDK)を用いて、上半視野における運動検出閾を調べている。その結果、RDKが高速度で移動する条件では、脳磁図法の実験と同様の下方向優位の異方性が認められたが、低速度条件では反対に上方向優位の異方性が観察された。これは、脳磁図法で計測された運動方向に依存した皮質領域の活動の非対称性も、刺激の速度に依存して変化することを示唆したデータである。第5章では空間的注意の非対称仮説及び背側と腹側経路仮説についての考察がおこなわれている。

以上の実験から、論者は注意という高次機能によって形成される動的非対称性と初期視覚系を基盤としてはたらく静的非対称性の両者が相補的に作用しあって、生態環境に適応した上下空間の知覚システムが実現されていることを示している。上下半視野の機能的非対称性を解明するためには、脳の階層的な情報処理機構の解明とともに生態学的アプローチを考慮した心理物理的検討が欠かせないことが論じられる。

論文審査の結果の要旨

人間の視野は上下左右にわたって展開しているが、最近の視覚系の神経科学的知見によれば、高次視覚をつかさどる脳領域においては上下左右の視野は明確に分割された形式で脳内に表現されているという。地平線が観察されるような平坦な地面に立った場合の上下の半視野を考えてみよう。そこでは上半視野には通常オープンな空間が開けており、遠方までの空間情報が知覚されることが多いのに対して、下半視野には自分の身体や地表面の情報が知覚されることが多い。生態学的環境に適応した視覚システムは、観察頻度の高い刺激や、情報価値の高い刺激に対して閾値を下げたり、システムが反応する範囲を調整することによって実現される。もし上下視野に反映される環境特性の違いが知覚に影響を及ぼすのであれば、脳の高次視覚システムにも刺激特性に特化した反応が観察されることが予測される。本論文は、いままで見過ごされてきた上下の半視野の機能的非対称性を、一連の実験的研究を通して、また脳磁図計測(Magnetoencephalography:MEG)などの脳のイメージング法を併用して検討したものである。

上下視野の機能の非対称仮説については、最近 Previc(1990)がユニークな仮説を提案している。彼によれば、脳の新皮質の腹側には色彩や形態などの処理を行う物体処理系が、背側には空間位置や運動の知覚処理を行う空間処理系があり、前者は主として上半視野、後者は主として下半視野の機能と結びついているという。しかし、この非対称仮説には残念ながらそれを裏づける実験的証拠が乏しい上にその妥当性についても論議が続いている。本論文は、この非対称仮説を視覚的注意、及び運動視を指標として一連の実験で検討したものである。

論者によれば、ヒトには注意という高次機能を基盤に生みだされる動的非対称性と、初期視覚システムを基盤とする静的非対称性があり、両者の相補的なはたらきを包括的に検討することが重要であるという。

第1章では研究の背景について概観し問題点を整理している。第2章では、上下半視野間における高次情報処理の質的差異を生み出す基盤として、まず視覚的注意について検討を加えている。上下半視野に提示された視覚情報の属性に対する注意の効果を、色彩と方位によって定義される線分探索課題を用いて、また行動指標と生理指標を併用して検討している。その結果、両指標で下半視野は上半視野より注意の効果が生じやすく、検出閾値も低いことが見いだされた。すなわち、視覚的注意については上下半視野に非対称性が存在することが確認され、ヒトは上より下方向に注意が向いていることが判明した。第3章では、仮現運動刺激に対する検出閾値が上下半視野を表現する脳部位の活動を指標として計測された。脳の活動によって誘発される微弱な磁場を計測するMEGにより、背側処理系に属する皮質部位であるMT(Middle Temporal)野

の活性化強度を刺激呈示中に計測した結果、上下半視野間で活性化の違いが認められた。しかし、この視野差は上半視野優位であり、Previc (1990) の仮説とは必ずしも一致するものではなかった。また、上半視野における内向きと外向きの仮現運動の比較では、前者の運動に対して MT 野が強く活性化を示すことが明らかになった。以上の結果は、下半視野が必ずしも空間位置情報や、運動情報の処理に優れているわけではないことを示唆しており、論者は機能の非対称仮説には修正が必要であることを主張する。第 4 章ではランダムドットキネマトグラム (Random dot kinematogram: RDK) を用いて、その速度と移動方向の検出閾を上半視野において検討している。RDK が高速で移動する条件では (20dps 以上)、MEG の実験と同様の下方向優位の異方性が認められたが、低速度条件 (1dps) では反対に上方向優位の異方性が観察された。これは、MEG で計測された運動方向に依存した皮質領域の活動の非対称性も、刺激の速度に依存して変化することをはじめて示したものである。第 5 章では空間的注意の非対称仮説及び背側と腹側経路仮説について考察がおこなわれている。

これらの一連の検討は、第 2 章のトップダウン的注意という高次機能からはじまり、第 3 章では MT 野という高次視覚野に移り、さらに第 4 章では 1 次視覚野を含む初期視覚システムまで、高次処理から初期処理の過程にまで及んでいる。

以上の実験から、論者は注意という高次機能によって形成される動的非対称性と、初期視覚システムを基盤としてはたらく静的非対称性の両者が相補的に作用しあって、生態環境に適応した上下空間の知覚システムが実現されていることを明らかにした。

本論文において、論者が展開する上下半視野の機能的非対称性についての生態学的解釈は重要なものではあるが、この問題にはなお論考を進めるべき余地がある。また、全体として論文の構成にやや統一性を欠く印象を与えるのが惜しまれる。論者の、なおいっそうの研鑽が望まれる。

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。なお 2001 年 1 月 30 日に調査委員 3 名が論文内容とそれに関連した事項について口頭試問を行った結果、合格と認めた。